Deutscher Bundestag **Drucksache 14/571**
14. Wahlperiode

18. 03. 99

Bericht

des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (19. Ausschuß) gemäß § 56a der Geschäftsordnung

Technikfolgenabschätzung

hier: „Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung“

Inhalt

		Seite
Vorwort des Ausschusses		3
Zusammenfassung		4
I.	**Einleitung**	7
II.	**FuT-Politik und nachhaltige Entwicklung**	8
	1. Kriterien für eine an Nachhaltigkeit orientierte FuT-Politik	8
	2. Einschätzung der Bedeutung der Kriterien für eine an Nachhaltigkeit orientierte FuT-Politik	9
III.	**Das Leitbild „nachhaltige Entwicklung“ in der gesellschaftlichen Diskussion**	12
	1. Ein neues Leitbild gesellschaftlicher Entwicklung	12
	2. Probleme der Operationalisierung des Leitbildes	12
	3. Positionen in der gesellschaftlichen Diskussion um Nachhaltigkeit	16
IV.	**Forschungspolitik und nachhaltige Entwicklung im internationalen Vergleich**	20
	1. Nachhaltigkeit in der Forschungs- und Umweltpolitik der Europäischen Union	20
	2. Nachhaltigkeit in speziellen FuT-Programmen ausgewählter europäischer Länder	24
V.	**Das niederländische DTO-Programm**	35
	1. Entstehung und Kontext des Programmes	35
	2. Organisation und Ziele des Programmes	36
	3. Methode	37

Seite

4. Die Teilprogramme ... 39
5. Ausgewählte Ergebnisse des DTO-Programmes ... 42
6. Bewertung des Programmes ... 43

VI. Überlegungen zu einem deutschen Programm zur Förderung nachhaltiger Innovationen ... 49
1. Politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen ... 49
2. Politische und gesellschaftliche Verankerung eines deutschen Programmes zur Förderung nachhaltiger Innovationen ... 54
3. Zur Zielsetzung des Programmes ... 55
4. Konzeptionelle Aspekte ... 56
5. Finanzierung – Laufzeit – Umfang ... 58
6. Organisation ... 59

VII. Zur Fortführung des TA-Projektes ... 61

Literatur ... 62
1. Vom Deutschen Bundestag in Auftrag gegebene Gutachten ... 62
2. Weitere Literatur ... 62

Vorwort des Ausschusses

Der Übergang zum 21. Jahrhundert stellt die Politik vor eine Reihe zukunftsbezogener Herausforderungen, die seit der Konferenz der UNCED (Konferenz für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen) in Rio de Janeiro im Jahre 1992 unter dem Leitbegriff der „Nachhaltigkeit“ diskutiert werden. Auf dieser Konferenz erarbeiteten rund 180 Staaten, darunter auch die Bundesrepublik Deutschland, gemeinsam die Agenda 21, ein Programm für eine sozial, wirtschaftlich und ökologisch nachhaltige Entwicklung. In dieser Agenda wird dazu aufgerufen, nationale Strategien und Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung in allen Bereichen zu erarbeiten. Der Deutsche Bundestag befaßte sich frühzeitig mit diesen politikfelderübergreifenden Aufgabenstellungen zur Gestaltung einer zukunftsfähigen Entwicklung. Neben der Einsetzung der Enquète-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ in der 12. und 13. Wahlperiode geschah dies auch Ende 1995 im Rahmen einer Beauftragung des Büros für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) zunächst mit einem Monitoring und später mit einem TA-Projekt zur Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung. Mit dem vorliegenden Bericht wurde die erste Phase des TA-Projektes abgeschlossen. Die Entscheidung über eine mögliche Fortführung der Untersuchung sollte dem 14. Deutschen Bundestag und seinem für die Technikfolgenabschätzung zuständigen Ausschuß überlassen bleiben. Der Ausschuß für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung, der in der 14. Wahlperiode für die Technikfolgenabschätzung im Bundestag zuständig ist, hat auf eine Fortsetzung dieses Projektes verzichtet, da die Bundesregierung die Umsetzung des Leitbildes einer nachhaltigen Entwicklung für Forschungs- und Technologiepolitik zu einem ihrer Arbeitsschwerpunkte erklärt hatte. Der Ausschuß beschloß, den vorliegenden Bericht unter Bezug auf § 56a der Geschäftsordnung des Deutschen Bundestages in die Beratungen des Bundestages einzubringen. Der Bericht zeigt, daß das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung in einigen europäischen Ländern bereits einen ersten praktischen Niederschlag in der Forschungs- und Technologiepolitik bei neu aufgelegten Forschungsprogrammen erfahren hat. Zu einer umfassenden Neuorientierung etwa bei den Instrumenten der Forschungsförderung ist es bislang aber noch nicht gekommen. Insgesamt müsse das Bemühen um eine Integration des Leitbildes einer nachhaltigen Entwicklung in der Forschungs- und Technologiepolitik gegenwärtig noch als eine Suche nach geeigneten Konzepten, Instrumenten und Methoden bezeichnet werden. In dem Bericht werden weiterhin, ausgehend von den in Deutschland gegebenen Voraussetzungen, Überlegungen zur Übertragbarkeit des niederländischen Programms zur nachhaltigen Technologieentwicklung (DTO) auf die deutsche Forschungs- und Technologiepolitik sowie die möglichen Konturen eines deutschen Programmes zu einer Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung aufgezeigt. Der vorliegende Bericht ist nach Auffassung des Ausschusses eine anregende und informative Unterlage für die Beratung, Begleitung und Unterstützung der Bundesregierung bei der Umsetzung der Agenda 21 im Bereich der nachhaltigen Forschungs- und Technologiepolitik.

Bonn, den 17. März 1999

Der Ausschuß für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

Jürgen W. Möllemann
Vorsitzender und Berichterstatter

Ulla Burchardt
Berichterstatterin

Axel E. Fischer
Berichterstatter

Hans-Josef Fell
Berichterstatter

Angela Marquardt
Berichterstatterin

Zusammenfassung

Wissenschaft und Technik wird vielfach eine Schlüsselrolle für die Konkretisierung und Umsetzung des derzeit die nationale wie auch die internationale Diskussion um die Perspektiven einer umweltverträglichen Wirtschafts- und Produktionsweise beherrschenden Leitbildes der „nachhaltigen Entwicklung“ zuerkannt. Mit den Herausforderungen, die sich aus dem Leitbild für die Forschungs- und Technologiepolitik ergeben, beschäftigte sich das TAB seit Ende 1995 in einem Monitoring-Projekt, seit 1997 wird das Thema in einem TA-Projekt weitergeführt. Mit dem vorliegenden Zwischenbericht schließt das TAB die erste Phase des Projektes ab. Der im Rahmen des Monitoring erarbeitete international vergleichende Überblick über Ansätze einer Integration des Leitbildes nachhaltige Entwicklung in die FuT-Politik (TAB-Arbeitsbericht Nr. 50) hatte ergeben, daß insbesondere das niederländische Programm **„Duurzame Technologische Ontwickeling“ (DTO, „nachhaltige Technikentwicklung“)** einen Ansatz darstellt, der den von TAB erarbeiteten Kriterien einer „nachhaltigen FuT-Politik“ Rechnung trägt. Den Schwerpunkt der Arbeiten zur ersten Phase des TA-Projektes bildete deshalb eine Analyse des niederländischen Ansatzes und die Frage seiner Übertragbarkeit auf die deutsche FuT-Politik. Daneben wurden weitere Recherchen zur praktischen Bedeutung des Leitbildes in der Forschungs- und Technologiepolitik europäischer Länder angestellt und ein Überblick über den Stand der gesellschaftlichen Diskussion um nachhaltige Entwicklung erarbeitet.

Das Leitbild in der gesellschaftlichen Diskussion

Voraussetzung einer erfolgreichen Umsetzung des Leitbildes in die FuT-Politik ist die Verankerung des Leitbildes in der gesellschaftlichen Diskussion und den Handlungsstrategien gesellschaftlicher und politischer Akeure. Zwar ist die inhaltliche Bestimmung des Leitbildes weitgehend umstritten und es lassen sich mit ihm unterschiedliche Vorstellungen der gesellschaftlichen Entwicklung verbinden – vom Modell des „weiter wie bisher“ bis zur Vorstellung eines „Abschieds vom westlichen Wirtschafts- und Wohlstandsmodell“. Andererseits bildet die offene inhaltliche Bestimmung des Leitbildes die Grundlage für seinen gesellschaftlichen und politischen Erfolg. „Nachhaltige Entwicklung“ scheint eine in der Gesellschaft weitgehend geteilte Beschreibung gesellschaftlicher Problemlagen und politischer Zukunftsaufgaben zu bieten. In weiten Teilen der Gesellschaft – von der Wirtschaft bis hin zu Umweltverbänden – wird gesellschaftliche Entwicklung nicht mehr allein im Sinne einer Erhöhung des materiellen Wachstums verstanden, sondern im Sinne einer qualitativen Veränderung der Wirtschafts- und Lebensbedingungen. Auch wenn die Vorstellungen davon, welche Veränderungen in den verschiedenen gesellschaftlichen Sektoren erforderlich sind, stark differieren, kann doch eine weitgehend geteilte Einschätzung des Stellenwerts von Zukunftsgestaltung als Kennzeichen der Debatte um nachhaltige Entwicklung festgehalten werden. Zukunftsgestaltung erhält im Rahmen des Leitbildes einen vorsorgenden Charakter, die den Schutz der Lebensgrundlagen zukünftiger Generationen in die heutige Planung mit einbezieht. Insofern wäre eine Orientierung der FuT-Politik auf „Nachhaltigkeit“ hin durchaus anschlußfähig an die Perspektiven und Strategien auch wichtiger Akteure des Innovationssystems.

Schwierigkeiten bestehen aber nach wie vor bei der Operationalisierung des Leitbildes. Hier – bei der Konkretisierung von Zielen und Maßnahmen einer Gestaltung der ökologischen, sozialen und ökonomischen Dimensionen von nachhaltiger Entwicklung – schlagen die unterschiedlichen Perspektiven und Interessen der gesellschaftlichen Akteure durch. Eine „nachhaltige“ FuT-Politik kann und sollte anknüpfen an die verschiedenen differenzierten Versuche einer Bestimmung von Nachhaltigkeitszielen und -indikatoren – so z. B. an die Studie „Zukunftsfähiges Deutschland“ des Wuppertal-Institutes und die Arbeiten der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“. Nach wie vor aber wird es eine wesentliche Aufgabe der Wissenschaft – und damit auch der FuT-Politik – sein, durch eine integrierte Untersuchung ökologischer, sozialer und ökonomischer Wirkungszusammenhänge zur Konkretisierung der Problembeschreibung, der Entwicklung von Inidikatoren und der Entwicklung erfolgreicher Nachhaltigkeitsstrategien beizutragen.

Das Leitbild in der FuT-Politik europäischer Länder

Dem Leitbild nachhaltige Entwicklung kommt eine wachsende Bedeutung in der internationalen Diskussion um die politische Gestaltung des technischen Wandels zu und findet auch in einzelnen europäischen Ländern einen praktischen Niederschlag in der FuT-Politik in Form neu aufgelegter, an Nachhaltigkeit orientierter Forschungsprogramme. Neben spezifischen Programmen zu Themen der Umweltforschung und Umwelttechnik werden technologiefeldübergreifende Programme aufgelegt, die sich der Erforschung von nachhaltigen Problemlösungen für bestimmte Regionen, wirtschaftliche Sektoren oder Bedürfnisfelder widmen. Dabei zeigt sich:

- Das Bemühen um eine integrierte Erfassung von ökonomischen, sozialen und technischen Zusammenhängen bei der Entstehung ökologischer Probleme sowie um integrierte Problemlösungen wird deutlich.
- Die Einbeziehung gesellschaftlicher Akteure bei den problemorientierten (vor allem den regional ansetzenden) Programmen spielt eine wichtige Rolle.
- Stark repräsentiert sind Programme, die sich der wissenschaftlichen Entwicklung von Modellen nachhaltigen Wirtschaftens sowie nachhaltiger Konsummuster- und Lebensstile widmen, wie überhaupt die wissenschaftliche Konkretisierung des Leitbildes (z. B. die

Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren) als Aufgabe einer auf Nachhaltigkeit abstellenden Forschung und Entwicklung angesehen wird.

- Aspekte wie Interdisziplinarität und Problemorientierung und die Einbeziehung von gesellschaftlichen Akteuren scheinen, zumindest auf der Ebene der Programmatik, wichtige Eckpfeiler einer nachhaltigen FuT-Politik zu bilden. Daneben werden aber vielfach auch eher disziplinär ausgerichtete, in der Tradition der klassischen Umweltforschung stehende Programme aufgelegt.

Insgesamt läßt sich eine spezifische Kontur „nachhaltiger FuT-Politik“ – über die genannten im einzelnen auffindbaren Aspekte hinaus – bisher nicht erkennen. Nachhaltigkeit spielt als Zielvorgabe in FuT-Programmen vieler Industrieländer eine Rolle, zu einer Neuorientierung hinsichtlich etwa der Verfahren zur Generierung von Forschungsfragen und aussichtsreichen Entwicklungsprojekten und der Instrumente der Forschungsförderung hat dies bisher nicht geführt. Es werden vor allem kleinere Einzelprogramme zur Erforschung spezieller mit Nachhaltigkeit verbundener Fragen aufgelegt – wie z. B. zu nachhaltigen Konsum- und Lebensstilen. Das niederländische Programm zur nachhaltigen Technologieentwicklung **Duurzame Technologische Ontwickeling** kann als ein hinsichtlich der Zielsetzung und Methode herausragender Ansatz zur Transformation der Technologiepolitik unter der Perspektive der nachhaltigen Entwicklung angesehen werden. In keinem anderen Land findet sich ein vergleichbarer Ansatz, der sich explizit der Entwicklung nachhaltiger Innovationen widmet und dabei auch vom Verfahren der Programmabwicklung her versucht, neue, der Durchsetzung nachhaltiger Innovationen zuträgliche Wege zu beschreiten. Das Programm kann so nicht nur von seiner Zielsetzung her, sondern auch hinsichtlich der Art und Weise der FuT-Förderung als innovativ angesehen werden.

Das niederländische DTO-Programm

Das DTO-Programm versteht sich nicht als FuT-Programm im eigentlichen Sinne, sondern kann zum einen als eine Art Meta-Forschungsprogramm gesehen werden, das darauf abzielt, die Methoden zu untersuchen, mit denen sich die beabsichtigten und für eine nachhaltige Entwicklung notwendigen „großen Sprünge“ in der Technikentwicklung erzielen lassen. Zum anderen versteht sich das Programm als „Stimulations- und Demonstrationsprogramm“, mittels dessen Ziele und Möglichkeit nachhaltiger Technikentwicklung aufgezeigt werden sollen, um so selbstorganisierte Prozesse nachhaltiger Innovationsprozesse in Gang zu setzen. Die Praktikabilität und der Nutzen des Leitbildes Nachhaltigkeit als neues Paradigma der Technikentwicklung soll demonstriert werden. Hierbei soll das Programm als „Katalysator“ wirken. Da die Entwicklung nachhaltiger Technik als langfristiger Prozeß angesehen wird, dient das Programm in erster Linie dazu

- Wirtschaft, Großforschungseinrichtungen und Hochschulen erste Erfahrungen einer Integration des Leitbildes in ihre Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu ermöglichen und dabei auch neue Netzwerke zwischen den relevanten Akteuren anzuregen sowie
- Untersuchungsrichtungen, die zu einer nachhaltigen Technikentwicklung führen könnten, mit Hilfe von „Illustrationsprozessen“ zu erkunden.

Das Erfolgskriterium des von fünf Ministerien getragenen Programmes besteht – bei einer befristeten Laufzeit von fünf Jahren (1993–1998) und einem begrenzten Budget von 25 Mio. Gulden – nicht in der anwendungsreifen Entwicklung nachhaltiger Technik, sondern in der Übernahme und Weiterentwicklung von Untersuchungsergebnissen des Programmes durch Unternehmen gesellschaftliche Gruppen und Forschungseinrichtungen.

Das DTO-Programm basiert nicht auf einer neuen, nicht schon auch in anderen Kontexten erprobten Methode, stellt aber in der Kombination verschiedener Verfahren im Hinblick auf das Ziel, neue, nicht unmittelbar aus der Weiterentwicklung vorhandener Technologielinien ableitbare und an einer soweit wie möglich konkretisierten nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweise orientierte Innovationsprozesse in Gang zu setzen, einen innovativen Weg in der Forschungs- und Technologiepolitik dar.

Das methodische Vorgehen des Programmes umfaßt im wesentlichen die folgenden Schritte. Auf der Basis von Bedürfnisfeldanalysen, die Aufschluß darüber geben sollen, welche Bedürfnisse im Jahr 2040 in verschiedenen Bedürfnisfeldern bestehen, werden in einem sogenannten Back-casting-Verfahren geeignete Beispiele für Technologien ausgewählt, die eine nachhaltige Befriedigung dieser Bedürfnisse gewährleisten könnten. Diese werden in Illustrationsprozessen hinsichtlich der technologischen und ökonomischen Bedingungen ihrer Realisierbarkeit untersucht. Für einen Teil dieser illustrierten Technologielinien werden dann konkrete FuE-Programme erarbeitet und ihre Implementierung vorbereitet.

In vielerlei Hinsicht werden im DTO-Programm die vom TAB entwickelten Kriterien für eine nachhaltige Forschungspolitik umgesetzt. So erfolgt die Definition von Aufgaben der Forschung und der Technikentwicklung nicht ausgehend von bestehenden Techniklinien. Vielmehr werden ausgehend von den im niederländischen nationalen Umweltplan definierten Umweltzielen im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung zu lösende Probleme in unterschiedlichen Bedürfnisfeldern bestimmt. Hieran orientiert werden dann geeignete Techniklinien und Forschungsaufgaben definiert. Es scheint im Rahmen des Programmes auch gelungen zu sein, grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung durch den Aufbau oder Anstoß neuer Forschungs- und Entwicklungsnetzwerke zu verbinden. Ebenso wurde durch das **Back-casting**-Verfahren eine langfristige Orientierung der verfolgten Forschungs- und Entwicklungsprojekte gewährleistet, und diese konnten in einzelnen Fällen auch mit mittelfristigen Interessen der Industrie verbunden werden. Insgesamt scheint dem DTO-Programm für einzelne Projekte der Aufbau von Akteursnetzwerken aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft zur Verfolgung langfristiger an nachhaltiger Entwicklung orientierter Forschungs- und Entwicklungsprozesse gelungen zu sein. Das Programm eröffnet über die im einzelnen ge-

förderten Projekte hinaus einen erfolgversprechenden Weg zur Stimulierung von Innovationsprozessen für eine nachhaltige Entwicklung, die trotz der notwendig langfristigen und unsicheren Entwicklungsperspektive anschlußfähig an Strategien und Interessen der Akteure des Innovationssystems sind – so werden einige durch das Programm angestoßene Ideen derzeit in anderen niederländischen Forschungsprogrammen aufgegriffen und weitergeführt.

Übertragbarkeit des DTO-Ansatzes auf die deutsche FuT-Politik

Das TAB hat ausgehend von den in Deutschland gegebenen Voraussetzungen (vorliegende Ansätze zur Operationalisierung des Leitbildes, Bedeutung des Leitbildes in der gesellschaftlichen und politischen Diskussion und in der FuT-Politik) Überlegungen zur Übertragbarkeit des DTO-Ansatzes auf die deutsche FuT-Politik und zu den möglichen Konturen eines deutschen FuT-Programmes zur Förderung nachhaltiger Innovationen angestellt.

Ein Aufgreifen des niederländischen Ansatzes, mit den im Hinblick auf einige (auch in der niederländischen Diskussion thematisierte) Defizite und auf die deutsche Situation nötigen Modifikationen, erscheint auch für die deutsche FuT-Politik geeignet, um die Möglichkeiten der Implementation des Leitbildes als neues Paradigma von Forschung und Entwicklung zu überprüfen. Auch in der deutschen Diskussion wird die Initiierung von Suchprozessen nach Inhalten und Aufgaben einer nachhaltigen Forschung und Technikentwicklung gefordert (Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“, SRU, UBA, Wissenschaftsrat). Eine Weiterentwicklung von Konzepten und Instrumenten einer nachhaltigen Forschungspolitik und ein Test der Praktikabilität, d. h. der Grenzen und Möglichkeiten, Forschung- und Entwicklung an Kriterien wie Interdisziplinarität, Akteursbezug u.a. auszurichten, läßt sich letztlich nur von praktischen Versuchen der Implementation des Leitbildes in FuT-Programme erwarten. Bei einer möglichen Adaption des Ansatzes für die deutsche FuT-Politik können Schwächen des Programmes – wie beispielsweise die Orientierung an einem rein technischen auf Effizienzsteigerung zielenden Innovationsbegriff und eine mangelnde Integration von Umwelt und Verbrauchergruppen in die Phase der Definition von Entwicklungslinien – berücksichtigt werden. Zu berücksichtigen sind auch unterschiedliche institutionelle Voraussetzungen einer an Nachhaltigkeit orientierten FuT-Politik in den Niederlanden und in Deutschland. Für das Zustandekommen und den Erfolg des Programmes in den Niederlanden kann die Anbindung des Programmes an die im niederländischen nationalen Umweltplan vorgegebenen Ziele als wesentlich gelten. Auch ist in den Niederlanden eine ressortübergreifende, interministeriell koordinierte Organisation der FuT-Politik seit langem gängige Praxis. Insgesamt aber bieten die differenzierte und rege deutsche Diskussion um nachhaltige Entwicklung, die eine Reihe ambitionierter Versuche der Operationalisierung von Nachhaltigkeit hervorgebracht hat, wie auch die Tatsache, daß das Leitbild zumindest in der Umweltpolitik und auch in einer Reihe von Einzelprogrammen des BMBF politisch verankert ist, gute Voraussetzungen für die Initiierung eines langfristig angelegten an definierten Zielen nachhaltiger Entwicklung ausgerichteten Programmes zur Konkretisierung „nachhaltiger“ FuT-Projekte in Zusammenarbeit mit den verschiedenen Akteuren des Innovationssystems.

I. Einleitung

Das TAB wurde im September 1995 beauftragt, im Rahmen eines Monitoring zunächst

- die Möglichkeiten der Operationalisierung des Leitbildes „nachhaltige Entwicklung im Bereich der FuT-Politik (Kriterien, Methoden, Institutionen, Instrumente, Inhalte) zu klären
- sowie einen ersten Überblick darüber zu erarbeiten, wie andere europäische Länder sowie die USA und Japan dieses Leitbild in der FuT-Politik zu verankern suchen bzw. inwieweit dies schon geschehen ist.

Auf der Basis der Ergebnisse des Monitoring (TAB 1997) wurde das Projekt als TA-Projekt fortgeführt. Der Schwerpunkt der Arbeiten lag dabei weniger auf den Inhalten einer nachhaltigen FuT-Politik als auf den dazu nötigen neuen Verfahren und Instrumenten. Der im Rahmen des Monitoring erarbeitete international vergleichende Überblick über Ansätze einer Integration des Leitbildes nachhaltige Entwicklung in die FuT-Politik hatte ergeben, daß insbesondere das niederländische Programm **Duurzame Technologische Ontwikkeling (DTO)** (nachhaltige Technikentwicklung) einen Ansatz darstellt, der den vom TAB erarbeiteten Kriterien einer „nachhaltigen FuT-Politik“ Rechnung trägt. Um die Leistungsfähigkeit und Grenzen des Ansatzes und die Möglichkeiten der Übertragbarkeit auf die deutsche FuT-Politik zu untersuchen, wurde eine Studie zu den Hintergründen der Einrichtung des STD-Programmes in Auftrag gegeben. Mittels einer Analyse der einschlägigen Dokumente und Interviews mit den beteiligten Akteuren werden Abläufe, Mechanismen, Motivationen, Probleme und Widerstände sowie Ergebnisse des Programmes beschrieben und anhand des von TAB entwickelten Kriteriensets für eine an Nachhaltigkeit orientierte FuT-Politik bewertet. Um erste Hinweise auf die Übertragbarkeit des Programmes auf die deutsche FuT-Politik bzw. auf nötige Modifikationen des Ansatzes zu gewinnen, wurden die Ergebnisse der Studie zum STD-Programm deutschen forschungspolitischen Experten/innen zur Kommentierung vorgelegt.

Ergänzend wurde eine Studie zum Stand der wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Diskussion um nachhaltige Entwicklung in Deutschland in Auftrag gegeben. Der Überblick über den internationalen Stand der Integration des Leitbildes „nachhaltige Entwicklung“ in die FuT-Politik wurde durch Studien zur Bedeutung des Leitbildes in der FuT-Politik der Europäischen Union und ausgewählter europäischer Länder vertieft.

Der vorliegende Zwischenbericht gibt die Ergebnisse dieser ersten Phase des TA-Projektes wieder. Es werden in einem Überblick noch einmal die im Rahmen des Monitoring entwickelten Kriterien für eine am Leitbild „nachhaltige Entwicklung“ orientierte FuT-Politik, die den Orientierungsrahmen für die Bewertung von vorliegenden Ansätzen nachhaltiger FuT-Politik und insbesondere des niederländischen DTO-Programmes bilden, kurz skizziert und auf der Basis der vorliegenden Kommentare bewertet (Kap. II).

Möglichkeiten und Grenzen der Ausrichtung der FuT-Politik auf das neue Leitbild hin werden bestimmt sein vom Grad der Verankerung und dem Verständnis des Leitbildes in der Gesellschaft. Im Kapitel III wird deshalb ein kurzer Überblick über den Stand der Diskussion um die Operationalisierung und die Aufnahme des Leitbildes in der gesellschaftlichen Diskussion gegeben.

Um weitere Hinweise auf Konzepte und Ansätze einer „nachhaltigen“ Ausrichtung von Forschungs- und Technologiepolitik zu gewinnen wurde eine Recherche zur Bedeutung des Leitbildes in der FuT-Politik in Europa unternommen. Ein Überblick über dessen Stellenwert für die FuT-Politik der EU und ausgesuchter europäischer Länder ergänzt die im Monitoring bereits vorgenommene Untersuchung zur internationalen Umsetzung des Leitbildes in der FuT-Politik (Kap. IV).

Als vorbildlich hinsichtlich der Bemühung um einen „Paradigmenwechsel“ (Enquete-Kommission 1994) in der FuT-Politik gilt international das niederländische Programm **Duurzame Technologische Ontwikkeling.** Das DTO-Programm fungiert im Rahmen der niederländischen FuT-Politik als ein in Umfang und Laufzeit eher bescheidenes Programm unter anderen. Es versucht aber, die Möglichkeiten einer stärkeren Verankerung von Nachhaltigkeit in der FuE-Landschaft zu erkunden und widmet sich deshalb nicht nur der Initiierung einzelner technischer Projekte, die einer nachhaltigen Entwicklung förderlich sein können, sondern auch der Entwicklung von Konzepten und Instrumenten nachhaltiger FuT-Politik. Organisation, Methoden, Erfolge und Probleme des Programmes werden im einzelnen dargestellt und die Relevanz des Ansatzes für eine Neuorientierung der FuT-Politik und der Forschung und Technikentwicklung am Leitbild nachhaltige Entwicklung bewertet (Kap. V).

Daran anschließend werden, ausgehend von den in Deutschland gegebenen Voraussetzungen (vorliegende Ansätze zur Operationalisierung des Leitbildes, Bedeutung des Leitbildes in der gesellschaftlichen und politischen Diskussion und in der FuT-Politik), Überlegungen zur Übertragbarkeit des DTO-Ansatzes auf die deutsche FuT-Politik und zu den möglichen Konturen eines deutschen FuT-Programmes zur Förderung nachhaltiger Innovationen angestellt (Kap. VI).

II. FuT-Politik und nachhaltige Entwicklung

Nachhaltige Entwicklung ist kein auf ein klar definiertes Ziel gerichteter, sondern ein offener Prozeß, der, ausgehend von einer gesellschaftlichen Problemwahrnehmung, neue wissenschaftliche Erkenntnissen über Problemlagen, Handlungsmöglichkeiten sowie veränderte gesellschaftliche Bewertungen und Rahmenbedingungen immer wieder in Rechnung stellen und dementsprechend Zielformulierungen und Handlungsstrategien anpassen muß. Die Wissenschaft übernimmt in diesem Prozeß neben der Aufgabe der Entwicklung gesellschaftlicher Lösungsstrategien auch eine neue Rolle bei der Definition und Formulierung von Problemlagen. Es geht also nicht allein um eine „umwelt“- und „sozialverträgliche“ Gestaltung von Technik und technischem Fortschritt, d. h. um die Ausrichtung von Forschung und Technikentwicklung an einer wertgebundenen gesellschaftlich definierten Zielvorgabe. Darüber hinaus wird von der Wissenschaft ein Beitrag zur Konkretisierung von Problemlagen und Zielen nachhaltiger Entwicklung wie auch entsprechender Handlungsoptionen verlangt. „Nachhaltige Entwicklung“ impliziert den Anspruch einer umfassenden gesellschaftlichen Entwicklungsperspektive, in der ökologische, ökonomische und soziale Problemlagen und Rahmenbedingungen sowie technologische Innovationen integriert betrachtet werden sollen (Brand 1997; Döge 1997). Wissenschaft muß dabei – angesichts der Komplexität der Fragestellungen – mit notwendig unsicherem Wissen operieren und ist in den von Auseinandersetzungen um Werte und Interessen bestimmten Prozeß gesellschaftlicher und politischer Entscheidungsfindung einbezogen. Insofern ist sie ist mit den Schwierigkeiten einer „entscheidungsorientierten“ Wissenschaft konfrontiert (Bechmann et al. 1996; WBGU 1996, S. 155). Die Verbindung von gesellschaftlichem Selbstverständigungs- und politischem Entscheidungsprozeß mit wissenschaftlichen Erkenntnis- und soziotechnischen Innovationsprozessen ist aus diesen Gründen wahrscheinlich die zentrale Herausforderung des Leitbildes nachhaltiger Entwicklung für die FuT-Politik.

Das Leitbild stellt an Forschung und technologische Entwicklung Anforderungen in dreierlei Hinsicht (vgl. TAB 1997, S. 18 ff.):

- In **normativer** Hinsicht ist mit dem Leitbild die Ausrichtung von FuE an gesellschaftlich bestimmten Vorgaben (Problemwahrnehmung und Zieldefinition) verbunden.
- In **kognitiver** Hinsicht ergeben sich aus dem Leitbild hohe Anforderungen hinsichtlich der Problembeschreibung und der Entwicklung von Handlungsoptionen. Es müssen komplexe Zusammenhänge von Ökologie, Ökonomie und Gesellschaft sowohl bezüglich der Kausalzusammenhänge der Umweltdegradation als auch der Bewertung (langfristiger) Folgen von Nachhaltigkeitsstrategien berücksichtigt werden.
- In **praktischer** Hinsicht ergeben sich erhebliche Anforderungen an die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse sowie technischer und sozialer (organisatorischer) Innovationen in die Anwendung, d. h. ihrer Verbindung mit den Handlungsmöglichkeiten (und -grenzen) der Akteure.

1. Kriterien für eine an Nachhaltigkeit orientierte FuT-Politik

Ausgehend von diesen Anforderungen wurde auf einer allgemeinen Ebene ein Satz von Kriterien entwickelt, an denen sich eine FuT-Politik für eine nachhaltige Entwicklung orientieren könnte. Diese Kriterien sollen eine Diskussionsgrundlage für die Gestaltung von Konzepten, Methoden und Institutionen einer „nachhaltigen Forschungspolitik“ bieten und können die Umsetzung von inhaltlichen Zielen und eine prozeßorientierte Vorgehensweise fördern. Die Kriterien wurden vom Institut für sozialökologische Forschung (ISOE) im Auftrag des TAB ausgearbeitet (TAB 1997).

Bei der Bewertung des niederländischen DTO-Programms und den Möglichkeiten seiner Umsetzung in die bundesdeutsche Forschungslandschaft (Kap. V u. VI) wurden die Kriterien implizit einer neuerlichen Prüfung unterzogen und ihre Relevanz für den forschungspolitischen Prozeß diskutiert. Im folgenden werden die Kriterien in aller Kürze umrissen. Danach werden die Einschätzungen der vom TAB in Auftrag gegebenen Kommentargutachten (Petschow 1997; Schade 1997; Spangenberg 1997; Weingart et al. 1997) hinsichtlich der Relevanz der Kriterien zusammenfassend dargestellt.

Problemorientierte Interdisziplinarität

Die Forderung nach Interdisziplinarität der Forschung ist nicht neu und wird, besonders in der Umweltforschung, seit Jahren erhoben. Ihre Umsetzung gestaltet sich jedoch außerordentlich schwierig und stagniert in weiten Bereichen.

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit natur-, ingenieur-, wirtschafts- und sozialwissenschaftlicher Disziplinen ist sowohl für die Konkretisierung des Leitbildes als auch für die Umsetzung des Leitbildes in neue Technologien, Produkte und Konsum- und Produktionsweisen von Bedeutung. Aufgrund der komplexen Problemstellungen, die mit nachhaltiger Entwicklung verbunden sind, ist eine interdisziplinäre, ökonomische und soziale Aspekte berücksichtigende Erforschung von Wirkungszusammenhängen ökologischer Problemlagen und „nachhaltiger“ Handlungsoptionen notwendig.

Verbindung von grundlagen- und theoriebezogener Forschung mit Anwendungs- und Gestaltungsorientierung

Eine an nachhaltiger Entwicklung orientierte Forschung kann weder reine Grundlagenforschung noch bloße an-

gewandte Forschung (im Sinne einer einfachen Anwendung vorliegenden Grundlagenwissens) sein. Vielmehr muß Grundlagenwissen (z. B. über das Verhalten von Ökosystemen) gekoppelt werden an konkrete Forschung (z. B. zur Belastbarkeit von Ökosystemen) und bezogen werden auf Handlungsoptionen (z. B. zur Belastungsreduktion oder Vermeidung und entsprechende Möglichkeiten der Veränderung von Produktionsweisen, Produkten und Lebensstilen). Das vorliegende Wissen muß in praktisch anwendbare Konzepte und Maßnahmen zu einer nachhaltigen Gestaltung von Wirtschafts- und Lebensweisen übersetzt werden.

Langfrist- und Folgenorientierung

Ein zentraler Aspekt einer nachhaltigen Entwicklung besteht in der Sicherung der Lebensgrundlage zukünftiger Generationen. Damit wird der FuT-Politik ein langfristiger Zeithorizont hinsichtlich der Entwicklung von Innovationen wie auch der Berücksichtigung von Folgen und Problemlösungspotentialen von Innovationen vorgegeben. Langfristige technische Entwicklungsziele rücken deshalb gegenüber der Verfolgung kurzfristiger Entwicklungslinien in den Vordergrund. Neben der Folgenabschätzung gewinnt dabei auch die Früherkennung von Innovationspotentialen eine besondere Bedeutung.

Verbindung von regionalen und globalen Analyseebenen

Nachhaltige Entwicklung ist als Leitbild der Umwelt- und Entwicklungspolitik entstanden. Es thematisiert globale Problemzusammenhänge von wirtschaftlicher Entwicklung und Umweltbelastung in internationaler Perspektive. Die Untersuchung der Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen regionalen und globalen Entwicklungen müßte folglich zu einem zentralen Aspekt von Forschungen zu nachhaltiger Entwicklung werden. Bei regionenbezogenen Analysen sollten die möglichen überregionalen und globalen ökonomischen und ökologischen Auswirkungen mitreflektiert werden. Für die FuT-Politik bedeutet dies sowohl die Beteiligung an internationalen Forschungsprogrammen als auch die Förderung von regional ausgerichteten Projekten mit Bezug zu einer überregionalen oder globalen Handlungsebene.

Orientierung an gesellschaftlichen Bedürfnisfeldern

Mit „Nachhaltigkeit“ ist die Perspektive einer langfristigen Entwicklung von umweltschonenden, wirtschaftlichen und sozial tragfähigen Modellen von Produktion und Konsum verbunden. Entscheidende Innovationen liegen dann möglicherweise nicht mehr in isolierten Verbesserungen der Umweltverträglichkeit oder der Wirtschaftlichkeit einzelner Technologien und Produkte, sondern in der größeren „Nachhaltigkeit“ der Befriedigung gesellschaftlicher Bedürfnisse in verschiedenen Handlungsfeldern (z. B. Ernährung, Bauen und Wohnen, Freizeit). Damit bestünde die Aufgabe der FuT-Politik nicht allein in der Förderung einzelner Technologiefelder, sondern in der Suche nach integrierten technischen und nicht-technischen Konzepten, die am Ziel einer „nachhaltigen“ Befriedigung gesellschaftlicher Bedürfnisse und einer entsprechenden Umorientierung von Produktions- und Konsummuster ausgerichtet ist.

Akteursorientierung

Eine an Nachhaltigkeit orientierte Forschungs- und Technologiepolitik müßte sich um die Schließung der Lücke zwischen (ökologischem) Grundlagenwissen und den gesellschaftlichen Handlungs- und Umsetzungsmöglichkeiten bemühen. Entsprechend wäre für einen reibungslosen Transfer von Innovationen in die Anwendung zu sorgen und das Wissen und die Handlungsmöglichkeiten von Herstellern, Vermarktern, Endverbrauchern und Entsorgern zu berücksichtigen. Die Forschungs- und Technologiepolitik hätte vor diesem Hintergrund geeignete Verfahren, Instrumente und Institutionen zu entwickeln, um eine problemorientierte Kommunikation und Kooperation der Akteure zu ermöglichen und ihr Wissen, ihre Interessen und ihre Handlungsmöglichkeiten in die FuE-Aktivitäten zu integrieren.

2. Einschätzung der Bedeutung der Kriterien für eine an Nachhaltigkeit orientierte FuT-Politik

Die dargestellten Kriterien können nicht mehr als einen groben Orientierungsrahmen für eine am Leitbild nachhaltige Entwicklung ausgerichtete FuT-Politik liefern. Zur Einschätzung der Brauchbarkeit dieses Rahmens für eine Neuausrichtung der FuT-Politik wurden Kommentare forschungspolitischer und in der Diskussion um Nachhaltigkeit ausgewiesener Experten eingeholt (Petschow 1997; Schade 1997; Spangenberg 1997; Weingart et al. 1997).

Insgesamt werden die Kriterien von den vom TAB beauftragten Kommentatoren als sinnvoll und geeignet zur Beschreibung der Aufgaben einer auf Nachhaltigkeit hin orientierten Forschung und FuT-Politik angesehen. Die Kommentatoren weisen aber auch darauf hin, daß, abgesehen von den mit den Kriterien angesprochenen Anforderungen an eine nachhaltige Forschung und Technikentwicklung, ein wesentlicher Beitrag der FuT-Politik auch in einer konzeptionellen Weiterentwicklung des Leitbildes und der Förderung von Forschung liegen müßte, die auf eine Präzisierung des Nachhaltigkeitsbegriffes und auf die Suche nach konsensfähigen „Mischstrategien“ (zwischen Effizienz, Suffizienz und Konsistenz) abzielt.

Hervorgehoben wird die Bedeutung der Bedürfnisfeldorientierung, des Akteursbezuges und der Langfristorientierung von FuE als wesentliche Aufgaben für eine an Nachhaltigkeit orientierte Forschung und Technikentwicklung. Gleichzeitig weisen die Kommentare darauf hin, daß viele der in den Kriterien implizierten Forderungen nicht neu sind, aber bei der Umsetzung in die Praxis auf erhebliche Probleme stoßen. Insbesondere gilt dies für die geforderte interdisziplinäre Organisation von Forschung und Entwicklung. Die disziplinäre Organisation der Forschungslandschaft steht dieser Forderung

entgegen. Die Schwierigkeiten einer interdisziplinären Problembearbeitung zeigen sich schon in der Phase der Definition von Aufgabenstellung und Forschungsfragen. Während eine disziplinübergreifende Formulierung des Problems und der Aufgabenstellung nötig erscheint, konkurrieren (auch im Hinblick auf die Verteilung von Fördergeldern) in der Regel verschiedene disziplinäre Zugänge zum Problem miteinander (Petschow 1997, S. 10; Weingart et al. 1997, S. 4).

Ein weiterer Einwand betrifft das Kriterium der Langfristorientierung und das Verhältnis von Grundlagen- und angewandter Forschung. Eine langfristige Orientierung sei für eine (auch im Hinblick auf nachhaltige Entwicklung wichtige) auf **kurzfristige** Realisierungen -zielende FuT-Politik sowie für **angewandte Forschung** selbst weitgehend irrelevant. In der angewandten Forschung soll auf schon vorhandenes Wissen zurückgegriffen werden, das jeweils durch einzelne, gezielte Forschungsaktivitäten ergänzt und gezielt für Lösungsansätze zusammengeführt und nutzbar gemacht wird. Fragestellungen grundsätzlicher Art, die in diesem Kontext auftauchen, können für die kurzfristige Realisierung in aller Regel nicht berücksichtigt werden. Ihre Bearbeitung orientiert sich an anderen Zeitmaßstäben und die zu erwartenden Antworten sind zunächst unbekannt; sie sind typische Fragen für eine längerfristig ausgerichtete Grundlagenforschung. Für eine stärkere Betonung einer **anwendungsorientierten Grundlagenforschung** muß im Rahmen der **angewandten Forschung** erreicht werden, daß dort auftauchenden Fragestellungen von Institutionen der Grundlagenforschung auch tatsächlich aufgegriffen werden (Schade 1997, S. 5).

In einigen Kommentaren werden Zweifel daran angemeldet, daß eine direkte Einbeziehung gesellschaftlicher Akteure bei Fragen des Typus einer (eher anwendungsorientierten) Grundlagenforschung sinnvoll möglich ist. Denn mit den dort angesprochenen wissenschaftlichen Problem- und Themenstellungen sind gesellschaftliche Akteure in der Regel nicht vertraut. Zumindest für den Bereich der Grundlagenforschung erscheinen die Kriterien der Bedürfnis- und Akteursorientierung nur begrenzt anwendbar (Petschow 1997; Schade 1997).

Im Rahmen der anwendungsorientierten Forschung müßte gewährleistet werden, daß bei allen Vorhaben der Beitrag zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen geprüft werden kann. Wichtig sei dabei die Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren als Evaluationsrahmen für entsprechende Projekte. Es müßten

- umfassende ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Kriterien für die Beschreibung des Nachhaltigkeitskonzeptes erarbeitet werden,
- Informationen über unterschiedliche Strategien zum Erreichen einer nachhaltigen Entwicklung und deren Konsequenzen bereitgestellt werden,
- langfristig umsetzbare technologische Optionen für nachhaltige Entwicklungen eröffnet werden,
- kurzfristig realisierbare – im Sinne unterschiedlicher Ziele und Präferenzen „robuste“ – Lösungen gefunden und deren Umsetzung gefördert werden und
- Methoden und Instrumente bereitgestellt werden, um die Probleme und Möglichkeiten einer nachhaltigen Entwicklung in den gesellschaftlichen Diskussions- und Konsensfindungsprozeß einzubringen (Schade 1997, S. 16).

Die eher grundlagenorientierte Forschung müßte im Kern fachdisziplinär organisiert bleiben, will sie im internationalen Kontext bestehen und zukunftsfähige Lösungen vorbereiten. Bei der Durchführung der fachdisziplinären Forschungsarbeiten sollte eine permanente und an der gemeinsam festgelegten, übergeordneten Fragestellung orientierte Kommunikation über den Arbeitsfortschritt und die Zwischenergebnisse sichergestellt werden. Die Förderung müßte daher darauf abzielen, die bestehenden fachdisziplinären Hindernisse abzubauen, z. B. dadurch, daß die Entwicklung einer gemeinsamen Fragestellung als gesonderte Aufgabe im Vorfeld der eigentlichen Forschung angesehen und auch finanziell gefördert würde (Schade 1997, S. 10).

Die derzeitigen Verfahren und Instrumente der Programmentwicklung – insbesondere die neueren Leitprogramme des BMBF –, die anwendungsorientierte und interdisziplinäre Aspekte beinhalten, werden als geeignete und ausbaufähige Ansätze zur Beförderung des Leitbildes einer nachhaltigen Entwicklung angesehen. Generell solle gewährleistet werden, daß eine Vielfalt unterschiedlicher Entwicklungslinien nebeneinander entstehen kann (bspw. eher suffizienz- und eher effizienzorientierte), was durch die Offenheit der Programme für unterschiedliche Problemstellungen (z. B. regionaler Art) und Interessengruppen befördert werden könne. Ansätze einer solchen Politik finden sich z. B. im Programm „Nachhaltiges Wirtschaften“ oder im Bereich der Mobilitätsforschung des BMBF (vgl. hierzu auch TAB 1997). Zur Erweiterung solcher Ansätze könne es sinnvoll sein, verstärkt Praxispartner und in die Programmgestaltung und Programmentwicklung einzubinden. Entscheidend dürfte dabei sein, inwieweit es gelingt, die Kooperation der regionalen Akteure bereits im Vorfeld zu aktivieren. In diesem Zusammenhang wird auf das Beispiel der BioRegio-Initiative verwiesen. Dieses wettbewerbliche, explizit an Regionen adressierte Verfahren habe zur Bildung neuer innovationsorientierter Kooperationen in den Regionen geführt (Petschow 1997). Der Auf- bzw. Ausbau von Kooperationsnetzwerken als begleitendes Prinzip von Forschung, die „jeweils in sich den Nukleus für einen potentiellen ‚Produktionsverbund‘“ tragen (Schade 1997, S. 11), wird als aussichtsreicher Weg der praktischen Umsetzung einer nachhaltiger Entwicklung angesehen.

Zur Bearbeitung wissenschaftlicher, in Richtung Nachhaltigkeit weisender Fragestellungen wird der Technikfolgenabschätzung (TA) eine wichtige Rolle zugeschrieben. So könnte TA integraler Teil eines am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung ausgerichteten Forschungsvorhabens sein und den Forschungsprozeß permanent begleiten. Diese Form der Supervision müßte sich in der gesonderten Bereitstellung von personellen und finanziellen Ressourcen ausdrücken. Ein wichtiges Ziel einer solchen projektbegleitenden TA könnte sein, die Durchführbarkeit von Programmen über Machbarkeitsstudien

zu prüfen. Deren Ergebnisse könnten dann zur Entscheidung über eine weitere Förderung herangezogen werden (Schade 1997, S. 11).

Den Anmerkungen und Vorschlägen der Kommentatoren zu den Kriterien einer FuT-Politik für eine nachhaltige Entwicklung liegt grundsätzlich die Vorstellung zugrunde, daß die Diskussion um die Integration des Leitbildes in die FuT-Politik noch weitgehend in den Anfängen steckt. Die Kriterien bieten zwar eine wichtige Grundlage für eine grundsätzliche Auseinandersetzung mit geeigneten Indikatoren und Modellen, diese müssen sich jedoch in der konkreten Umsetzung noch bewähren.

III. Das Leitbild „nachhaltige Entwicklung“ in der gesellschaftlichen Diskussion

1. Ein neues Leitbild gesellschaftlicher Entwicklung

Das Leitbild „nachhaltige Entwicklung“ hat eine bemerkenswerte Karriere gemacht. Es ist zu einer vielfach genutzten Formel in der Diskussion um die Bewältigung aktueller ökologischer, ökonomischer und sozialer Krisenphänomene geworden. Dabei bleibt die inhaltliche Bestimmung des Leitbildes umstritten; mit ihm lassen sich unterschiedliche Vorstellungen der gesellschaftlichen Entwicklung verbinden. Diese Vorstellungen reichen vom Modell des „weiter wie bisher“ bis zur Vorstellung eines „Abschieds vom westlichen Wirtschafts- und Wohlstandsmodell“. Entsprechend verdeckt der Erfolg des Leitbildes – jenseits unverbindlicher Rhetorik – eine Vielzahl gesellschaftlicher Konflikte, die wiederum Hindernisse der Durchsetzung und Verwirklichung des Leitbildes widerspiegeln und regelmäßig dann zutage treten, wenn es um die Übersetzung des Leitbildes in konkrete Maßnahmen geht.

Die mit unterschiedlichsten Vorstellungen gefüllte Definition des Leitbildes – wie sie im Brundtlandreport vorgelegt wurde und auch international auf politischer Ebene (Rio-Konvention) übernommen wurde – ist die Grundlage für seinen gesellschaftlichen und politischen Erfolg. Allerdings scheint „nachhaltige Entwicklung“ auch eine in der Gesellschaft weitgehend geteilte Beschreibung gesellschaftlicher Problemlagen und politischer Zukunftsaufgaben zu bieten. In weiten Teilen der Gesellschaft wird gesellschaftliche Entwicklung nicht mehr allein im Sinne einer Erhöhung des materiellen Wachstums verstanden, sondern im Sinne einer qualitativen Veränderung der Wirtschafts- und Lebensbedingungen (Wuppertal Institut 1996; SRU 1996; UBA 1997).

Auch wenn die Vorstellungen davon, welche Veränderungen in den verschiedenen gesellschaftlichen Sektoren erforderlich sind, stark differieren, kann doch eine weitgehend geteilte Einschätzung des Stellenwerts von Zukunftsgestaltung als Kennzeichen der Debatte festgehalten werden. Zukunftsgestaltung erhält im Rahmen des Leitbildes einen vorsorgenden Charakter, die den Schutz der Lebensgrundlagen zukünftiger Generationen in die heutige Planung miteinbezieht.

Das Leitbild „nachhaltige Entwicklung“ besitzt eine hohe „integrative Kraft“, weil es sich „offensiv, ohne Verdrängung, auf zentrale Folgeprobleme der industriellen Moderne bezieht“ (Brand 1997, S. 28). Neben der Problem- und Zielbeschreibung (ressourcen- und naturschonenden Wirtschafts- und Lebensweise, intergenerative und globale Gerechtigkeit) impliziert das Leitbild eine Strategie integrierter Problemlösung. Es geht darum, „außerordentlich komplexe Wirkungsgefüge, wie sie nicht nur ökologische Systeme, sondern ebenso auch moderne ökonomische und soziale Systeme darstellen, miteinander zu vernetzen und so zu einem funktionsfähigen Ganzen zu machen“ (Bechmann/Frederichs 1998, S. 9; vgl. auch Brand 1997). Die Berücksichtigung der wechselseitigen Abhängigkeit ökologischer, ökonomischer und sozialer Problemdimensionen, verlangt neue „Abstimmungs- und Koordinierungsmechanismen“ zwischen gesellschaftlichen Teilsystemen (Wirtschaft, Politik, Recht) und den Interessen und Zukunftsentwürfen gesellschaftlicher Gruppen sowie die Internalisierung bislang externalisierter (Neben-)Effekte von Wirtschafts- und Konsummustern (Brand 1997, S. 14).

Das politische Potential des Leitbildes liegt in der Anschlußfähigkeit unterschiedlicher Strategien zur Lösung einer Vielzahl von sozialen, wirtschaftlichen und politischen Problemen an die Handlungsoptionen verschiedener gesellschaftlicher Akteure. Es trifft im Kern seiner Problembeschreibung die Problemwahrnehmung der Gesellschaft und bietet sich zur Bündelung von Aktivitäten an. In diesem Sinne ist es durch einen starken Handlungsbezug charakterisiert und kann als ein „historisch offenes gesellschaftliches Entwicklungs- und Transformationskonzept [betrachtet werden], das sich nicht auf evolutionäre Trends oder langfristige Kontinuitätsannahmen stützt, sondern allein auf die Handlungsmöglichkeiten und -ziele gesellschaftlicher Akteure und Akteursgruppen. Auch die Einbeziehung ökologischer ‚Grenzen‘ in diesen Transformationsprozeß bleibt kontingent, da naturwissenschaftliches Wissen nicht in der Lage ist, objektive Handlungsziele zu begründen und beispielsweise sichere Belastungsgrenzen von Ökosystemen zu bestimmen“ (Wehling 1997, S. 35).

Ein solches Entwicklungsmodell stellt auch an Forschung und Technikentwicklung neue Anforderungen. Zum einen bindet das Leitbild die Wissenschaft in einen gesellschaftlichen Suchprozeß nach Möglichkeiten der Operationalisierung des Leitbildes auf der Basis wissenschaftlich fundierten Wissens über Problemlagen und Problemlösungen ein. Zum anderen erfordert es eine integrierte Untersuchung ökologischer, sozialer und ökonomischer Wirkungszusammenhänge quer zur disziplinären Organisation von Wissenschaft (Enquete-Kommission 1997; SRU 1996; TAB 1997).

2. Probleme der Operationalisierung des Leitbildes

Die breite öffentliche, nationale wie internationale Debatte um das Leitbild hat insgesamt dazu beigetragen, die Themenfelder „Umwelt“ und „Entwicklung“ zusammenzuführen (Brand 1997). Der ökologische Diskurs wurde auf diese Art und Weise zu einem gesellschaftspolitischen Diskurs ausgeweitet und ist „zum Impulsgeber für eine Grundlagenreflexion über die Zukunft der Gesellschaft“ geworden (SRU 1996, S. 50). Er bewegt sich insgesamt auf der Ebene eines hohen politischen

Anspruchs, und das hohe Abstraktionsniveau des Leitbildes hat den Diskurs sehr heterogen gestaltet. Der gesellschaftliche Erfolg des Leitbildes einerseits wie die erheblichen Probleme der Konkretisierung und Umsetzung des Leitbildes andererseits resultieren aus:

- der mangelnden inhaltlichen Bestimmtheit des Begriffes, die einen breiten Interpretationsspielraum zuläßt,
- dem mit dem Leitbild verbundenen Anspruch der Vermittlung zwischen den Gegensätzen: wirtschaftliche versus soziale Entwicklung und Umwelt, Ökologie versus Ökonomie, Umweltschutz versus Technik,
- der zumindest theoretischen Bindung unterschiedlicher und konfliktiver Interessengruppen an ein gemeinsames Ziel (Harmonisierung),
- dem Bottom-up-Ansatz bzw. der vom Konzept intendierten Stärkung der Mitbestimmung gesellschaftlicher Gruppierungen bei politisch relevanten Entscheidungen,
- der Evidenz der Problemlage und
- der konzeptionellen Verknüpfung von „wissenschaftlichen Tatbeständen“ und ethischen Prinzipien (Katz 1997, S. 17).

Das Konzept der Nachhaltigkeit wird bisher eher als gesellschaftliche Wert- und Leitidee für ein zukünftiges Gesellschaftsmodell verstanden, ohne konkrete Vorstellungen über die Gestaltung der zukünftigen gesellschaftlichen Entwicklung zu beinhalten. Über die geeigneten Schritte zur Umsetzung des Konzeptes herrscht noch weitgehend Unklarheit: „Der dazu notwendige Such-, Lern- und Erfahrungsprozeß vollzieht sich im politischen Wettbewerb um die ‚besten‘ Ideen und erfordert die Diskurs- und Lernfähigkeit bzw. -willigkeit der am Prozeß Beteiligten [...]. Eine zentrale Aufgabe der Zukunft wird es sein, die Wechselbeziehungen und Wechselwirkungen zwischen einzelnen, politischen Teilbereichen zu ermitteln, damit übergreifende Antworten gefunden werden können. Eine solche integrative Politik für eine zukunftsverträgliche Entwicklung liegt im gesamtgesellschaftlichen Interesse“ (Enquete-Kommission 1997, S. 23).

Die nationale und internationale Diskussion hat inzwischen eine Vielzahl von unterschiedlichen Definitionen und Modellen der Nachhaltigkeit hervorgebracht. Dies zeigt zwar einerseits die relative Unbestimmtheit des Konzeptes, unterstreicht zum anderen aber auch seine Bedeutung als Fokus und gemeinsamer Bezugspunkt der Diskussion um gesellschaftliche Entwicklung. Die Bemühungen um eine Operationalisierung des Leitbildes konzentrieren sich auf die Bestimmung von Nachhaltigkeitszielen und die Entwicklung hierauf bezogener Nachhaltigkeitsindikatoren jeweils für die ökologische, soziale und ökonomische Dimension. Je nach Intention und normativen Vorannahmen können entweder die ökologischen, sozialen oder ökonomischen Komponenten im Vordergrund stehen (Kopfmüller 1994). Mittlerweile liegt ein Reihe von relativ detailliert ausgearbeiteten Indikatorenkatalogen für nachhaltige Entwicklung vor. Verwiesen sei hier vor allem auf den 130 Indikatoren umfassenden Katalog der nach der UNCED-Konferenz in Rio eingesetzten Commission on Sustainable Development (1996), der als Grundlage für ein zu entwickelndes international verbindliches System zur Bestimmung von Nachhaltigkeit/Zukunftsfähigkeit dienen soll. Auch hierzulande liegt mittlerweile eine Reihe von Ansätzen zur Operationalisierung des Leitbildes vor, wie beispielsweise die Studien der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ oder die Studie „Zukunftsfähiges Deutschland“ des Wuppertal-Instituts, die in der Öffentlichkeit breit diskutiert wurden und zu einer Konkretisierung des Konzepts beigetragen haben (Enquete-Kommission 1994 u. 1997; Wuppertal Institut 1996; vgl. hierzu auch Kap. VI.1).

Exemplarisch wird an dieser Stelle kurz auf das von der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ vorgelegte System von Nachhaltigkeitszielen und -indikatoren eingegangen. Die Enquete-Kommission hat für alle drei Bereiche, Ökologie, Ökonomie und Soziales, generelle Schutz- und Gestaltungsziele sowie daraus abzuleitende Bewertungskriterien, Indikatoren und Parameter formuliert (vgl. Enquete-Kommission 1994).

- Die **ökologischen Schutz- und Gestaltungsziele** werden von der Enquete-Kommission in drei Gruppen untergliedert: „Gesundheit des Menschen“, „Struktur von Ökosystemen“ sowie „Funktionen von Ökosystemen“. Ein weiterer zentraler Aspekt, die „Ressourcenschonung“ wurde von der Kommission nicht abschließend behandelt. Die einzelnen Schutz- und Gestaltungsziele gliedern sich wiederum in eine Reihe von Unterzielen auf; so z. B. das Schutzziel „Struktur von Ökosystemen“ in das Ziel der Erhaltung der Integrität von Boden, Wasser und Luft/Atmosphäre hinsichtlich des Eintrags von Schadstoffen, in das Ziel der biotischen Stabilität der Ökosysteme Boden und Wasser und des Pflanzenreiches sowie in das Schutzziel Erhalt der Artenvielfalt. Bezogen auf die einzelnen Schutz- und Gestaltungsziele wird eine Reihe stofflicher bzw. systemischer Indikatoren bzw. Parameter zur Einschätzung des Zielerfüllungsgrades definiert. So werden z. B. in Bezug auf das Schutzziel „Integrität der Atmosphäre“ Luftverschmutzung, Photosmog und Ozonloch als Bewertungskriterium genannt, die wiederum durch Indikatoren wie Kohlenwasserstoffkonzentration oder Ozonkonzentration und Ozonabbau pro Jahr bestimmt werden. Von der Kommission wird als Problem der Indikatorenbildung eingeräumt, daß wegen der Komplexität der Wirkungsmechanismen nur Einzelstoffbetrachtungen vorgenommen und die eigentlich relevanten Stoffwechselwirkungen nur ungenügend berücksichtigt werden konnten.
- Bei der Operationalisierung der **ökonomischen Ziele** steht die Forderung nach dem Erhalt des Naturkapitals und dem Erhalt der wirtschaftlichen Funktionsfähigkeit im Vordergrund. Danach lassen sich die Schutz- und Gestaltungsziele in vier Kategorien einteilen: die individuelle Ebene (z. B. Freiheit und Entfaltungschancen, Mobilität, soziale Sicherheit u. a.),

die Zielebene Wirtschaftliche Stabilität, (u. a. dauerhaft verträgliches wirtschaftliches Wachstum, Geldwertstabilität, Stabilität der Beschäftigung, Wettbewerbsfähigkeit), die Zielebene Erhalt und Weiterentwicklung der marktwirtschaftlichen Strukturen (neben Branchen-, Unternehmens- und Qualifikationsvielfalt werden hier auch Ressourcenschonung und Artenvielfalt als Unterziele genannt) sowie die Zielebene Erhalt und Weiterentwicklung der marktwirtschaftlichen Funktionsfähigkeit (mit den Unterzielen Innovationsfähigkeit, Krisenfestigkeit, aber auch Erhalt der Assimilationsfähigkeit natürlicher Senken und Erhalt des Naturkapitals). Bei der Formulierung von Indikatoren und Bewertungskriterien für die einzelnen wirtschaftlichen Nachhaltigkeitsziele bezieht sich die Enquete-Kommission auf „Wohlfahrtsindikatoren“, die über einen rein ökonomische Index (wie das Bruttosozialprodukt) hinausgehen, wie z. B. den Human Development Index (HDI) der UNDEP oder auf Ansätze einer umweltökonomischen Gesamtrechnung.

- Die Enquete-Kommission stellt drei **soziale Schutz- und Gestaltungsziele** einer nachhaltigen Entwicklung auf, nämlich „Sicherung der Gesundheit“, „Sicherung der sozialen Stabilität“ und „Sicherung der Entwicklungs- und Funktionsfähigkeit einer Gesellschaft“. Das Ziel „Sicherung der Gesundheit“ umfaßt neben den Unterzielen „physische Gesundheit“ und „Grundbedürfnisbefriedigung“ vor allem die Sicherung der sozialen Voraussetzungen für die „psychische Gesundheit“ (z. B. gesellschaftliche Anerkennung und soziale Würde, Qualität der Arbeit). In bezug auf die „Sicherung der sozialen Stabilität“ werden Friedenssicherung, Chancengleichheit und Verteilungsgerechtigkeit, soziale Sicherung und Partizipationsmöglichkeiten als zentrale Unterziele genannt. Zur Sicherung der „Entwicklungs- und Funktionsfähigkeit der Gesellschaft“ gehören kulturelle Vielfalt, Vielfalt sozialer Strukturen, sozialer Zusammenhalt, Bildungs- und Informationsangebot. Deutlich wird die Problematik der Indikatorenbildung. Gerade für die soziale Dimension von Nachhaltigkeit lassen sich kaum quantitative Indikatoren angeben, und es muß mit qualitativen, stark interpretationsbedürftigen Indikatoren von „Sozialverträglichkeit“ (z. B. „Entfaltungsmöglichkeiten“, „den Fähigkeiten entsprechende Beschäftigung“, „soziale Spannungen“, „Bildungszugang“) gearbeitet werden.

Dieser hier in den Grundzügen skizzierte Versuch einer Operationalisierung des Leitbildes macht den mit dem Leitbild verbundenen umfassenden politischen Gestaltungsanspruch deutlich. Unabhängig davon wie soziale und ökonomische Aspekte gesellschaftlicher Entwicklung gegenüber den ökologischen Fragen gewichtet werden, sind mit dem Leitbild unausweichlich Fragen ökonomischer und sozialer Entwicklung (wie Fragen der Verteilungsgerechtigkeit und Chancengleichheit oder Sicherung der Beschäftigung) angesprochen. Gerade (aber nicht nur) bezüglich der Operationalisierung der ökonomischen und sozialen Dimension von Nachhaltigkeit zeigt sich die Schwierigkeit schon der Bestimmung und Gewichtung von Nachhaltigkeitszielen: Wie sollen z. B. im Konfliktfall wirtschaftliche Ziele (z. B. Wettbewerbsfähigkeit) gegenüber ökologischen Zielen gewichtet werden? Auch muß für die meisten der formulierten Nachhaltigkeitsziele die Frage der Verfügbarkeit oder Eignung von Indikatoren als z. T. ungeklärt oder umstritten angesehen werden. Der hohe Anspruch, aber relativ offene normative Gehalt des Leitbildes, die Schwierigkeiten einer wissenschaftlichen Begründung von Zielen und Indikatoren (vgl. hierzu auch SRU 1997) sowie die divergierenden gesellschaftlichen Wertbezüge und Interessen hinsichtlich einer wünschbaren zukünftigen gesellschaftlichen Entwicklung lassen kaum eine endgültige, gleichzeitig bis in einzelne Indikatoren konkretisierte und von einem breiten gesellschaftlichen Konsens getragene Operationalisierung des Leitbildes erwarten. So unumgänglich die Formulierung von Ziel- und Indikatorensystemen im Hinblick auf die Begründung und Konkretion politischer Handlungsstrategien ist (SRU 1997) – die Gewichtung einzelner Ziele, die Bewertung der Aussagekraft von Indikatoren und erst recht hieraus abgeleitete Maßnahmen werden immer in einem Prozeß gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Diskussion neu vorgenommen werden müssen.

Die Debatte um die Operationalisierung des Leitbildes konnte bisher kein einheitliches Verständnis von Nachhaltigkeit hervorbringen, allenfalls zeichnet sich ein Konsens insofern ab, als „die Lösung der Probleme von einem effizienteren Ressourcenmanagement, von einer erhöhten Rationalität im Umgang mit der Natur und ihren Belastungsgrenzen erwartet [wird]“ (Brand 1997, S. 15). Die unterschiedlichen Ausprägungen von „Nachhaltigkeit“ können auf jeweils verschiedene Konzepte von Natur einerseits und gesellschaftlicher Entwicklung andererseits zurückgeführt werden (Brand 1997, S. 22 ff.).

- Grundsätzlich kann ein anthropozentrisches von einem öko- oder biozentrischen Naturverständnis unterschieden werden. Das anthropozentrische Naturverständnis stellt den Menschen und seine Naturnutzung in das Zentrum seiner Betrachtung. Auf diese Weise wird unter Nachhaltigkeit die Aufrechterhaltung natürlicher Lebensgrundlagen für die Erfüllung sozial definierter Bedürfnisse verstanden. Natur wird in diesem Kontext als Ressource oder natürliches Kapital gesehen, das weitgehend durch künstliches Kapital (Geld, Technologie) ersetzbar ist, oder Natur wird hinsichtlich ihrer vielfältigen gesellschaftlichen Funktionen, wie produktive, reproduktive und kulturelle Funktionen, als schützenswert angesehen. Das öko- oder biozentrische Naturbild dagegen beruft sich auf den Eigenwert der Natur und begründet von hieraus, unabhängig von gesellschaftlichen Bedürfnissen und Erfordernissen, die Verpflichtung zu einer naturschonenden gesellschaftlichen Wirtschafts- und Lebensweise.

- Das Verständnis gesellschaftlicher Entwicklung bewegt sich zwischen den beiden Polen eines „weiter so“ und einer „grundsätzlichen Korrektur des industriellen Zivilisationsmodells“. Zwischen diesen beiden Polen kann das, bisher am weitesten ausgearbei-

tete, Modell einer „sozial-ökologischen Modernisierung“ angesiedelt werden.

Die „Weiter-So“-Position orientiert sich an der Dynamik des Marktes, d. h. die Ausrichtung einer nachhaltigen Entwicklung wird eng an wirtschaftliches Wachstum und technische Innovationen geknüpft. Die Perspektive „sozial-ökologische Modernisierung“ dagegen kritisiert ein rein marktrationales Entwicklungskonzept, da ökologische und soziale Aspekte zu wenig berücksichtigt werden. Zur Realisierung der Leitidee werden deshalb u. a. präventive Handlungsstrategien, integrierte Planungskonzepte, ein globales Ressourcen- und Stoffstrommanagement sowie erweiterte Formen der Partizipation favorisiert. Die effizientere Nutzung von natürlichen Ressourcen sowie die langfristige Änderung von Produktions- und Konsummustern sind Schwerpunkte des Konzeptes. Die Forderung nach einer grundsätzlichen Korrektur des industriellen Zivilisationsmodells stellt sowohl das technisch-industriell geprägte Entwicklungsmodell als auch die Grundlagen der Ressourcenverteilung im Rahmen der Weltwirtschaftsordnung in Frage. Durch diese Perspektive rückt im Norden ein Entwicklungskonzept in den Mittelpunkt, das sich eng an die Prinzipien einer Suffizienzstrategie anlehnt: Es sollen wesentlich weniger natürliche Ressourcen und Naturräume verbraucht und die bestehenden Nutzungsrechte an diesen Ressourcen sollen global weitgehend gerecht verteilt werden.

Im Diskurs um eine nachhaltige Entwicklung wird die modernisierungs- oder entwicklungstheoretische Diskussion mit der Debatte um eine (global-)ökologische Entwicklung verbunden. Begriffe wie beispielsweise Grundbedürfnisbefriedigung, Bevölkerungswachstum, Ressourcenverbrauch, Wirtschaftswachstum, Technologieentwicklung etc. werden neu diskutiert und auf einander bezogen (Brand 1997; Kopfmüller 1994). Dabei zeichnet sich zumindest hinsichtlich eines groben operationalen Rahmens und genereller Zielsetzungen ein Konsens ab (vgl. Atzmatzidis et al. 1996; Brand 1997; Katz 1997, S. 24 ff.):

- Die Belastung der Umwelt durch nicht abbaubare Schadstoffe soll drastisch verringert werden und letztlich gegen Null tendieren.
- Der Flächen- und Wasserverbrauch und die Transportleistung sollen gleichbleiben, bzw. bei Überbeanspruchung auf ein ökologisch unschädlicheres Niveau zurückgeführt werden.
- Technologische Großrisiken sollen vermieden werden, da sie mit irreversiblen und nicht abschätzbaren Schäden für Öko- oder Sozialsysteme verbunden sein können.
- Eine weitestgehende Erhaltung der Artenvielfalt und damit die Funktionsfähigkeit ökologischer Systeme sollen gesichert werden.
- Die Gestaltung des natürlichen und kulturellen Lebensraums des Menschen soll sich von dem Grundsatz der Erhaltung und Wiederherstellung der Landschaft sowie der Erhaltung der Kulturschätze des Landes und der Region leiten lassen.
- Die Verteilungsdisparitäten zwischen den Industriestaaten und den Entwicklungsländern bzw. MOE-Staaten sollen verringert werden.
- Die Bevölkerungszahl soll sich langfristig verringern und kriegerische Auseinandersetzungen sollen vermieden werden.
- Die Schockresistenz der Ökosysteme soll erhalten und die Reaktionszeit ökologischer und gesellschaftlicher Systeme berücksichtigt werden.

Solche Eckpunkte spezifizieren und differenzieren zwar die Leitidee von ihrer Zielsetzung her. Probleme entstehen allerdings bei ihrer Konkretisierung in Form von Kriterien, Handlungszielen und Indikatoren von Nachhaltigkeit. In der aktuellen gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Diskussion gibt es deshalb nach wie vor die folgenden ungeklärten und umstrittenen Fragestellungen (Brand 1997, S. 23 ff.):

- **Operationalisierung von ökologischer Nachhaltigkeit:** Weitgehend anerkannt sind die folgenden drei Regeln des Umweltmanagements: Die Nutzungsrate der sich erneuernder Ressourcen darf deren Regenerationsrate nicht überschreiten; nicht erneuerbare Ressourcen dürfen nur in dem Maße abgebaut werden, in dem ein gleichwertiger Ersatz in Form erneuerbarer Ressourcen und erhöhter Ressourcenproduktivität geschaffen wird; die Rate der Schadstoffemission darf die Verarbeitungskapazität der Umwelt nicht überschreiten und die Lebensbedingungen der Menschen und der Arten nicht gefährden.

  Diese Regeln müssen in Kriterien ökologischer Nachhaltigkeit übersetzt werden, an denen sich entsprechende Maßnahmen orientieren können (SRU 1994). Die wissenschaftliche Bestimmung von Grenzen der „Tragfähigkeit“ des Ökosystems als Grundlage der Entwicklung solcher Kriterien trifft dabei auf Probleme der komplexen Vernetzung von Ökosystemen, der unklaren Entstehungszusammenhänge ökologischer Belastungen und ihrer zeitlichen Wirkungen sowie auf begrenzte Möglichkeiten der technischen Substitution von Ressourcen. Schließlich ist die wissenschaftliche Bearbeitung dieser Probleme mit der politisch zu klärenden Frage nach den normativen Vorstellungen über das wünschenswerte Verhältnis von Gesellschaft und Natur konfrontiert.
- **Operationalisierung der wirtschaftlichen Dimension von Nachhaltigkeit:** Ungeklärt ist die Frage, welche Konsequenzen sich aus dem Leitbild für die Wirtschaftsweise ergeben. Bedeutet „nachhaltiges Wirtschaften“ eine stationäre Ökonomie zum Erhalt des ökologischen Kapitalstocks? Wie kann ein „qualitatives“ ökologisch modernisiertes Wachstum aussehen? Ist Nachhaltigkeit mit bestehenden marktwirtschaftlichen Strukturen vereinbar?
- **Operationalisierung der sozialen Dimension von Nachhaltigkeit:** Hier stehen komplexe Fragen wie beispielsweise die nach einem „neuen Wohlstandsmodell“ und seiner sozialen Akzeptanz zur Diskussion. Was ist unter „Sozialverträglichkeit“ zu verstehen? Wie kann das Leitbild der nachhaltigen Ent-

wicklung die zentralen Probleme wachsender Unterschiede zwischen Nord und Süd berücksichtigen? Stehen bei diesem Konzept die materielle Grundsicherung und der Erhalt der Arbeitsplätze zur Debatte?

- **Prinzipien der Verteilung natürlicher Ressourcen sowie der ökologischen Folgelasten:** Ungeklärt ist die Frage der gerechten Verteilung der Nutzung knapper natürlicher Ressourcen sowie die Verteilung ökologischer Folgelasten. Kann dies nach dem Prinzip der Bedürfnis-, der Leistungs- oder der Besitzstandsgerechtigkeit (Huber 1995) erfolgen? Während von Entwicklungsländern das Prinzip der gleichen Nutzungs- und Verschmutzungsrechte pro Kopf vertreten, wird in internationalen Verhandlungen von den Industriestaaten eher das Prinzip der Besitzstandsgerechtigkeit zugrunde gelegt.

3. Positionen in der gesellschaftlichen Diskussion um Nachhaltigkeit

Entsprechend den grundlegenden Problemen der Operationalisierung des Leitbildes gehen die Vorstellungen über Ziele und Wege nachhaltiger Entwicklung weit auseinander. Besonders die Frage der wirtschaftlichen und sozialen Operationalisierung ist stark umstritten. Beachtlich ist trotz dieser Divergenzen, daß in der Nachfolge der Rio-Konferenz die meisten gesellschaftlichen Gruppen das Leitbild als grundsätzliche, die ökologische Problematik hervorhebende, Zielvorgabe der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung aufgenommen haben. Im folgenden werden exemplarisch Stellungnahmen aus der Wirtschaft und von Nichtregierungsorganisationen (NRO) vorgestellt. Wegen ihrer Bedeutung für die öffentliche Verankerung des Leitbildes verdienen auch die vielfältigen Aktivitäten im Rahmen der „lokalen Agenda 21“ Erwähnung.

3.1 Nachhaltigkeit aus der Sicht der Wirtschaft

Der **Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI)** hat in einem Positionspapier Stellung zu der Diskussion um nachhaltige Entwicklung bezogen. Für den BDI dürfen die ökologischen, sozialen und ökonomischen Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung nicht getrennt voneinander, sondern im Gegenteil als „dynamische Einheit“ betrachtet werden (BDI 1997a). In einem Positionspapier sind die zentralen Ziele einer zukünftigen Entwicklung wie folgt formuliert:

- Schaffung von Wohlstand durch effizientes Wirtschaften: Die fortschreitende Globalisierung eröffnet enorme Chancen und Herausforderungen für Beschäftigung, Wohlstand und Innovationsfähigkeit.
- Funktionsfähigkeit der gesellschaftlichen Institutionen: Die vorhandenen sozialen Sicherungssysteme stehen ebenso auf dem Prüfstand wie die Bildungspolitik.
- Schutz der Umwelt: Die Grenzen der Leistungsfähigkeit staatlicher Regelmechanismen sind heute bereits spürbar. Deshalb sind dezentrale Problemlösungsansätze auf allen Ebenen gefragt. Das betrifft sowohl den technischen Bereich als auch die Gestaltung organisatorischer Veränderungen (BDI 1997a).

Für den BDI zählen die Verfügbarkeit von Kapital, die Arbeit, die Kreativität und die Bedürfnisse der Menschen sowie die Berücksichtigung von Umweltbelangen zu den für das unternehmerische Handeln entscheidenden Faktoren der Nachhaltigkeit. Chancen für eine Umsetzung von Nachhaltigkeit sieht der BDI in der prioritären Verfolgung der Effizienzstrategie, d. h. technische Innovationen werden als die zentralen Problemlösungsstrategien betrachtet. Nur durch neue technologische Innovationsschübe könne die Entkopplung von Produktionswachstum und Energie- oder Ressourcenverbrauch vorangetrieben werden. Forschung und Entwicklung werden als der **„Eckpfeiler zur Problemlösung“** auf dem Weg zur Nachhaltigkeit angesehen (BDI 1997b).

Der **Deutsche Industrie- und Handelstag (DIHT)** legt in einem Positionspapier den inhaltlichen Schwerpunkt für die Gestaltung einer nachhaltigen Entwicklung ebenfalls auf die technisch effizientere Nutzung von natürlichen Rohstoffen. Nachhaltige Entwicklung bedeutet hier vor allem ressourcenschonende Produktion von Gütern. Gleichzeitig plädiert der Verband für eine Reorganisierung des Umweltschutzes. „Umweltschutz“ soll ein wichtiges betriebswirtschaftliches Ziel werden, jedoch ohne bürokratische Auflagen und Hemmnisse. Gerade durch bürokratische Verfahren ginge ökologische und ökonomische Effizienz verloren. Umweltschutz müsse deshalb weitgehend den Unternehmen anheimgestellt werden, Naturschutz dürfe nicht von wirtschaftlichem Handeln abgekoppelt werden (IHK 1997, S. 1).

In der „Charta für eine langfristig tragfähige Entwicklung („Business Charta for Sustainable Development“) der Internationalen Handelskammer wird davon ausgegangen, daß wirtschaftliches Wachstum die entscheidende, unverzichtbare Voraussetzung für die bestmögliche Verwirklichung von Umweltschutzzielen darstellt. Umweltschutz wiederum wird in Abwägung mit anderen gesellschaftlich relevanten Zielen als notwendig zur Erreichung eines umweltverträglichen Wachstums erachtet. „Dabei bedarf es flexibler, dynamischer, anpassungsfähiger und rentabler Unternehmen, um die umweltverträgliche wirtschaftliche Entwicklung voranzutreiben und durch Bereitstellung von unternehmerischen, technischen und finanziellen Ressourcen zur Bewältigung der ökologischen Herausforderung beizutragen“ (ICC o.J.). Ende 1994 war diese Charta von 1840 Unternehmen und Verbänden unterzeichnet, darunter auf deutscher Seite AEG, BASF, BAYER, BMW, BDI, Bosch, Continental, Daimler Benz, Degussa, Henkel, Hoechst, Hoesch, Mannesmann, MBB, RWE, Siemens, Thyssen, VW, Tetra Pak u.a. (vgl. Eblinghaus/Stickler 1996, S. 74).

Daneben wurden auch Programme und Projekte von einzelnen Unternehmen ins Leben gerufen, die als Indiz für die Integration des Leitbildes in Unternehmenspolitik angesehen werden können. Die BASF hat beispielsweise als eigenen Beitrag für die weltweite unternehmerische Initiative „Responsible Care – Verantwortliches Handeln“ die folgenden Leitlinien für eine nachhaltige Entwicklung erarbeitet und der Öffentlichkeit vorgestellt (BASF 1996, S. 8):

- Bei der Bedürfnisbefriedigung heutiger Interessen sollen ebenfalls die Interessen zukünftiger Generationen berücksichtigt werden.
- Wirtschaftliche Tätigkeiten sollen im Einklang mit sozialen und gesellschaftlichen Interessen stehen, d. h., Umwelt-, Arbeits- und Gesundheitsschutz sollen gleichberechtigt neben wirtschaftlichen Belangen berücksichtigt werden.
- Bei der Produktion, Verwendung und Entsorgung sollen ein maximaler Sicherheitsstandard sowie minimale Belastung für Mensch und Umwelt erreicht werden.
- Kunden und Kundinnen sollen im sicheren Umgang mit Produkten verstärkt beraten werden.
- Auswirkungen von Produkten und von Stoffkreisläufen sollen systematisch überprüft werden.
- Im Rahmen von FuE-Maßnahmen sollen der Ressourcenschutz berücksichtigt, ein integrierter Umweltschutz entwickelt sowie die naturwissenschaftlichen, wirtschaftlichen und sozialen Kenntnisse zur Entwicklung einer nachhaltigen Gesellschaft verbessert werden.
- Die Sozialverträglichkeit am Arbeitsplatz soll gefördert werden.

Insgesamt läßt sich auf seiten der Industrie eine zumindest auf der Ebene von Diskussionsbeiträgen und politischen Stellungnahmen deutliche Selbstbindung an das Leitbild nachhaltige Entwicklung feststellen. Auch wenn dabei deutlich der Akzent auf die „Wirtschaftsverträglichkeit“ von Nachhaltigkeitsstrategien und Wirtschaftswachstum als Voraussetzung von Zukunftsfähigkeit liegt, bleiben doch zentrale Aspekte wie „ressourcenschonendes Wirtschaften“ als Leitlinien des Konzeptes erhalten. Möglichkeiten der Umsetzung des Leitbildes werden vor allem in der Entwicklung innovativer und umweltgerechter Produktionsverfahren und Güter gesehen. Gleichzeitig wird die stärkere Berücksichtigung des Instruments der freiwilligen und eigenverantwortlichen Verpflichtung eingefordert. Umweltschutz soll sich als marktwirtschaftliches Prinzip entwickeln können, damit die Unternehmer über Konkurrenzdruck und den Einfluß der Verbraucher und Verbraucherinnen zu ökologischem Handeln veranlaßt werden. Der Staat sollte Rahmenbedingungen schaffen, die die Bereitschaft für umweltfreundliche, technische Innovationen fördern. Der FuT-Politik als Grundlage für neue Technologien, Produkte, Produktgestaltung sowie neuen Handlungsmodellen wird eine wichtige Rolle zugesprochen. Gleichzeitig sollen auf der internationalen Ebene mit anderen Ländern Vereinbarungen getroffen werden, da beispielsweise im Bereich der globalen Klimaveränderungen nationale Politikstrategien nicht mehr ausreichte (BDI 1997b).

3.2 Nachhaltigkeit aus der Sicht umwelt- und entwicklungspolitischer Organisationen

Die meisten im umwelt- und entwicklungspolitischen Bereich tätigen Nichtregierungsorganisationen stimmen mit der auf der UNCED-Konferenz in Rio formulierten Einschätzung der umwelt- und entwicklungspolitischen globalen Ausgangslage und deren Ursachenzusammenhänge überein. Sie sind allerdings auch der Ansicht, daß die Ziele der Konferenz,

- zum einen Umwelt- und Entwicklungsfragen als zwei untrennbar miteinander verbundene Aspekte einer Medaille zu betrachten,
- dabei zum anderen von einem fast ausschließlich auf die Förderung wirtschaftlichen Wachstums ausgerichteten Wirtschaftsmodell auf ein gesellschaftliches Entwicklungsmodell umzustellen, das von den Prinzipien einer dauerhaften Entwicklung ausgeht, bei der dem Umweltschutz und dem Erhalt der natürlichen Ressourcen entscheidende Bedeutung zukommt, und
- weiterhin dazu beizutragen, eine neue globale Solidarität zu schaffen, die nicht nur aus wechselseitiger wirtschaftlicher Abhängigkeit, sondern aus der gemeinsamen Verantwortung für eine nachhaltige und gerechte gesellschaftliche Weltentwicklung,

auch fünf Jahre nach der Konferenz nicht erfüllt sind.

Von seiten der NROs wird der Mangel an Anstrengungen zur Operationalisierung und Umsetzung des Leitbildes „sustainable development“ im politischen Alltag beklagt, die als Aufgabe in der Agenda 21, dem globalen und für alle Unterzeichnerstaaten verbindlichen Aktionsprogramm zur Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung, formuliert und festgelegt wurden. Sowohl national als auch international sei vielmehr die politische Tagesordnung von der Auseinandersetzung um die Auswirkungen der zunehmenden Globalisierung bzw. um die Sicherung nationaler Standort- und Wettbewerbsvorteile geprägt.

Die v.a. seit Beginn der 90er Jahre sich in nahezu allen Industrieländern ständig verschlechternden ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen tragen, laut dem Forum für Umwelt und Entwicklung deutscher NROs, mit dazu bei, daß nationale Alleingänge mit Vorbildcharakter für die internationalen Aktivitäten im Bereich der Steuerpolitik (Ökosteuer) oder des Abbaus umweltschädlicher Subventionen politisch immer weniger durchsetzbar werden. Erschwerend komme hinzu, daß das Leitkonzept einer nachhaltigen Entwicklung mit seiner Orientierung auf Umweltverträglichkeit, soziale Gerechtigkeit und Zukunftsfähigkeit weiterhin konträr zur dominanten Wirtschaftstheorie und -praxis steht (Forum 1997).

Die meisten NROs lehnen sich in ihrem Verständnis einer nachhaltigen Entwicklung an die Definition des Brundtland-Berichtes an, der die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen mit der Forderung nach einer inter- und intragenerativen Gerechtigkeit verknüpft. Aus diesen Gründen unterstützen sie ebenfalls die in der Agenda 21 formulierten Anforderungen und skizzierten Maßnahmen für die Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung und haben hinsichtlich der Operationalisierung und Instrumentierung eine Reihe konkreter Vorschläge, Empfehlungen und Forderungen vorgelegt.

Trotz des durchgängig zu beobachtenden Bemühens um die inhaltliche Verknüpfung des Umwelt- und Entwick-

lungsaspektes ist dennoch, je nach Interessensschwerpunkten innerhalb der NROs – insbesondere wenn es um Handlungsoptionen für die Praxis geht, einmal eine stärkere Betonung der Umweltrelevanz oder aber der entwicklungspolitischen Aspekte zu beobachten. So beziehen sich beispielsweise die vom Naturschutzbund Deutschland (NABU) aufgestellten „10 Gebote für eine nachhaltige Entwicklung“ fast ausschließlich auf die ökologischen Erfordernisse und Voraussetzungen einer nachhaltigen Entwicklung. In dem Papier wird die Erhaltung lebenswichtiger Ökosysteme wie der Wälder, der Ozeane und der Erdatmosphäre als wichtigste Aufgabe postuliert. Nachhaltige Entwicklung bedarf, laut NABU, einer vorsorgenden Umweltpolitik, die in alle Politikbereiche integriert sein muß und die wirtschaftliches Wachstum nur mit Rücksicht auf Umweltbelange gestaltet. In lediglich drei „Geboten“ wird die soziale bzw. internationale Dimension von Nachhaltigkeit thematisiert (NABU 1994, S. 4 f.).

Die im Bundeskongreß entwicklungspolitischer Aktionsgruppen (BUKO) organisierten Gruppierungen stehen sowohl dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung und seiner Interpretation im Anschluß an den Brundtland-Bericht als auch der Diskussion über seine geeignete Instrumentierung skeptisch bis ablehnend gegenüber. Im wesentlichen entzündet sich die Kritik daran, daß die herrschenden Produktionsverhältnissen als strukturelle Rahmenbedingungen, die einer wirklich gerechten Weltwirtschaftsordnung entgegenstehen, nicht thematisiert und problematisiert werden.

Das Forum für Entwicklung & Umwelt hat anläßlich der Veranstaltung „Fünf Jahre nach Rio“ einen Aktionsplan zur Initiierung einer nachhaltigen Entwicklung erstellt, der sich vor allem an politische Entscheidungsträger richtet. Er umfaßt folgende Punkte (Forum Umwelt & Entwicklung 1997, S. 25 ff.):

- **Ausbau des UN-Umwelt- und Entwicklungsrechts:** Das heißt in erster Linie die vollständige Umsetzung der Agenda 21 (Einführung sozialer und umweltpolitischer Mindeststandards im Welthandel, internationales Abkommen zum Abbau und Verbot umwelt- und entwicklungsschädlicher Subventionen, Erstellung einer verbindlichen Klimarahmenkonvention, Biodiversitätskonvention, Abkommen zum Schutz der Wälder etc.).
- **Nachhaltige Entwicklung gegenüber dem Welthandelsrecht stärken:** Das bedeutet vor allem die Integration von Nachhaltigkeit in die internationalen Handelsabkommen und Rechtsgrundlagen, Reformen der Institutionen des Handels und der Wirtschaft sowie anderer Institutionen (z.B. UN-Institutionen).
- **Finanzierung verbessern:** Banken, insbesondere die Weltbank, sollen ihre Aktivitäten nach sozialen und ökologischen Leitlinien ausrichten, öffentliche Entwicklungshilfe soll aufgestockt werden.
- **Nationale Vorreiterrolle ausfüllen:** Deutschland sollte sich aktiv an der Beteiligung des Rio-Prozesses beteiligen. Voraussetzung ist die Wahrnehmung einer nationalen Vorreiterrolle in der Durchführung von Programmen und Konzepten für eine nachhaltige Entwicklung.
- **Nichtregierungsorganisationen politisch und konzeptionell stärken:** Die Informations- und Mitwirkungsrechte von NROs in internationalen politischen Prozessen sollen rechtlich verankert werden, der soziale Aspekt von Nachhaltigkeit soll eine stärkere inhaltliche Zuwendung erfahren etc.

Insgesamt wird in den Stellungnahmen umwelt- und entwicklungspolitischer Organisationen der Akzent auf den Aspekt der internationalen Gerechtigkeit gesetzt. Darüber hinaus liegt, ausgehend von einem die ökologische Problematik betonenden Verständnis des Leitbildes, der inhaltliche Schwerpunkt auf der Notwendigkeit einer grundsätzlichen Veränderung von Produktions- und Konsummustern. Die technische Verbesserung der ressourcenökonomischen Effizienz von Produktionsverfahren und Produkten wird zwar als wichtig, aber nicht ausreichend zur Lösung der globalen sozialen und ökologischen Probleme angesehen.

3.3 Verankerung des Leitbildes auf der Ebene lokaler und regionaler Initiativen: der Prozeß der lokalen Agenda 21

Für die Tatsache, daß das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung über konzeptionelle und programmatische Debatten hinaus zu neuen gesellschaftlichen Initiativen geführt hat, stehen vor allem die vielfältigen Aktivitäten im Rahmen der „lokalen Agenda 21“. Diese Aktivitäten haben wesentlich zu einer Verbreitung des Leitbildes in der Öffentlichkeit beigetragen.

Im Mai 1994 wurde die „Charta der Europäischen Städte und Gemeinden auf dem Weg zur Zukunftsbeständigkeit“ (Charta von Alborg) verabschiedet. Im Sommer 1995 hatten schon 130 Kommunen – darunter Berlin, Heidelberg, Dresden, Kiel, Nürnberg – die Charta unterzeichnet und sich damit verpflichtet, in den Prozeß einer nachhaltigen Entwicklung einzutreten (SRU 1996, S. 57). Im Rahmen dieses Prozesses wurden von einigen Städten bereits verbindliche Beschlüsse verfaßt.

Der **International Council for Local Environmental Initiatives** (ICLEI) mit Sitz in Freiburg wurde im Jahre 1990 mit dem Ziel gegründet, einen Handlungsrahmen für eine langfristige Planung in Richtung Nachhaltigkeit auf lokaler Ebene zu erstellen. Besonders im Bereich des Klimaschutzes hat die Initiative des Rates zu praktischen Ergebnissen geführt. Inzwischen haben sich über 90 Kommunen verpflichtet, ein Energieprofil ihrer Stadt zu erstellen und Maßnahmenkataloge zur Verminderung der örtlichen Emissionen von Treibhausgasen zu entwikkeln (Weber 1997, S. 46). Der Rat hat im Sommer 1995 ein Planungshandbuch („European Local Agenda 21 Planning Guide“) zur Festlegung von kommunalen Agenda-21-Prozessen herausgegeben, in dem der Prozeß einer nachhaltigen Stadtentwicklung konzeptionell beschrieben wird. Dieses Konzept wurde Grundlage verschiedener lokaler Agenden.

Beispielhaft kann das Konzept am Münchner Agenda-21-Prozeß nachvollzogen werden, der im Frühjahr 1994

von der Münchner Volkshochschule initiiert wurde. Etwa dreißig Münchner Initiativen und Organisationen bildeten ein „Bürgerforum“, das monatlich mit 20–40 Personen tagte und allen Bürgern und Bürgerinnen als „Informationsdrehscheibe“ offenstand. Es wurden vier Arbeitskreise zu den Themen Energie, Abfall, Verkehr, Siedlungspolitik und „Eine Welt“ gegründet, die ihre Zwischenergebnisse im März 1995 vorstellten.

Durch einen Stadtratsbeschluß im Mai 1995 wurde die lokale Agenda 21 offiziell als städtische Aufgabe festgeschrieben. Um dem Konsultationsprozeß mit den verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen einen institutionellen Rahmen zu geben, wurde eine Reihe von Strukturelementen beschlossen (Kreuzer 1997, S. 92 ff.). Neben dem Bürgerforum wurde ein „Agenda-Büro“ im Umweltschutzreferat gegründet, dem das Projekt-Management und die Organisation des Prozesses übertragen wurden. Der „Beirat“ setzt sich aus Personen aus Wirtschaft und Wissenschaft sowie Kirchen, Medien, Nichtregierungsorganisationen, Gewerkschaften zusammen. Seine Aufgabe ist es, den Prozeß zu begleiten, gegebenenfalls eigene Schwerpunkte einzubringen, den Prozeß in der Öffentlichkeit zu vertreten und die Handlungsvorschläge der „Fachforen“, denen die eigentliche inhaltliche Arbeit übertragen wurde, zu überprüfen. Die Fachforen bearbeiten folgende Themengebiete:

- **„Eine Welt“ –** in diesem Themenbereich sollen entwicklungspolitische Themen angesprochen werden. Öffentlichkeitsarbeit ist hier ein zentraler Aspekt, um das Bewußtsein der Bevölkerung hinsichtlich der Nord-Süd-Problematik zu erhöhen.
- **„Arbeit und Wirtschaft“ –** hier werden Fragen einer fortschreitenden Ökologisierung der Wirtschaft sowie die Problematik eines schrumpfenden Arbeitsmarktes und der sozialen Folgen bearbeitet.
- **„Konsummuster, Lebensstil und Gesundheit“ –** hier werden Leitbilder für einen nachhaltigen Konsum und eine nachhaltige Lebensweise erarbeitet.
- **„Wohnen, Siedlungsformen und Mobilität“ –** in diesem Fachforum wird ein Modell nachhaltiger Stadtentwicklung „kompakt, urban, grün“ entwickelt, das in die Planungen des in den letzten Jahren erarbeiteten städtischen Entwicklungskonzeptes „Perspektiven München“ integriert werden soll.

Im laufenden Jahr sollen die Zwischenergebnisse in zahlreichen Veranstaltungen der Öffentlichkeit vorgestellt werden. Dabei sollen vor allem „Entscheidungsträger“ aus der Politik, der Wirtschaft und den NROs angesprochen werden, die langfristig über Finanzierung, Kontinuität, Kooperation in den Gremien und damit über den praktischen Erfolg des Konzeptes entscheiden werden (Kreuzer 1997, S. 103). Der Lokale-Agenda-Prozeß hat bisher deutliche Impulse für die Entwicklung des neuen Stadtentwicklungsplans „Perspektiven München“ gegeben, der sich an ausgewählten Kriterien von nachhaltiger Stadtentwicklung orientiert und hieraus konkrete Maßnahmen einer nachhaltigen Stadtentwicklung ableitet. Der Plan legt als langfristige Zielsetzungen Maßnahmen für Energieeinsparungen, eine verstärkte Förderung des Personennahverkehrs, eine Verminderung des CO_2-Austoßes sowie die sparsamere Nutzung der Wasserhaushalte fest (Semrau 1995; SRU 1996).

Viele Beispiele der lokalen-Agenda-21-Prozesse wie „Ökostadt 2000 Graz“ (List 1997) oder „Lokale Agenda – Heidelberg“ (Weber 1997) zeigen, daß in dem jeweiligen regionalen Kontext unterschiedliche Indikatorensysteme für eine nachhaltige Entwicklung entwickelt wurden. Das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung wird in bezug auf die lokalen Problemstellungen jeweils neu definiert und formuliert. Hierbei wurde der Kooperation gesellschaftlicher Gruppen, der Berücksichtigung verschiedener Interessen und der Nutzung ihres praktischen Wissens große Bedeutung beigemessen. Am Ende soll eine nachhaltige Stadtentwicklung stehen, „die sich ihrer Verpflichtung für eine andauernde umweltgerechte Entwicklung zum Wohle ihrer Bürger und des gesamten Naturhaushaltes bewußt ist“ (Deutscher Städtetag 1995, S. 3, nach SRU 1996, S. 57).

Für die Konkretisierung und Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung haben die Städte und Kommunen eine wichtige Schrittmacherfunktion übernommen. Die im Rahmen der Agenda 21 entwickelten Konzepte einer nachhaltigen Stadtentwicklung bieten, das zeigen die bisherigen Erfahrungen, große technische, organisatorische, soziale und wirtschaftliche Innovationspotentiale (Kreibich 1997, S. 37), die ihrerseits die theoretische Diskussion um die Operationalisierung des Konzeptes „nachhaltige Entwicklung“ voranbringen können.

IV. Forschungspolitik und nachhaltige Entwicklung im internationalen Vergleich

Für Ansätze, die Idee einer nachhaltigen Entwicklung als neues gesellschaftliches und politisches Leitbild zu implementieren und entsprechende Maßnahmen einzuleiten, können Forschung und Technikentwicklung als wichtiger Schritt auf dem Weg der praktischen Umsetzung angesehen werden. Dies spiegelt sich auch in der von den meisten westlichen Ländern unterzeichneten Agenda 21 wieder. Im Hinblick auf den Beitrag von Wissenschaft und Forschung für eine nachhaltige Entwicklung werden in der Agenda 21 folgende Aspekte langfristig als wichtig angesehen (Hauff 1987):

- Die Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Technik, Entscheidungsträgern und Öffentlichkeit soll verbessert werden.
- Die Entwicklung von Verhaltenskodices und Leitlinien für Wissenschaft und Technik soll vorangetrieben werden.
- Die wissenschaftlichen Grundlagen für nachhaltiges Handeln sollen gefördert werden.
- Das wissenschaftliche Wissen über die Belastbarkeit von Ökosystemen und die Wirkungsmechanismen zwischen Systemen der menschlichen und der natürlichen Umwelt soll vergrößert werden.
- Die wissenschaftliche Grundlagen zur Bewertungen des aktuellen Zustandes und der Trends im Zusammenhang mit vorrangigen Umwelt- und Entwicklungsfragen auf nationaler, subregionaler, regionaler und globaler Ebene sollen verbessert werden.
- Die wissenschaftliche Infrastruktur und die wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Entwicklungsländern sollen weiter ausgebaut werden.

Erste Analysen der Entwicklung nach dem Rio-Gipfel zeigen, daß sich die Anstrengungen der Industriestaaten, die sich aktiv am Nachhaltigkeitsprozeß beteiligen, weitgehend auf die **Intensivierung des Umweltschutzes** konzentrieren. Beispielsweise haben nahezu zwei Drittel aller Industriestaaten nationale Umweltpläne erstellt, die zunächst als Schritte in Richtung einer effizienteren Umweltpolitik gedeutet werden können (Jänicke 1997). Im Rahmen einiger dieser Umweltpläne wurden auch spezifische Aufgabenstellungen und Zielsetzungen für Wissenschaft und technologische Entwicklung formuliert. Dabei wird meist, auch im Hinblick auf die internationale Konkurrenzfähigkeit der nationalen Volkswirtschaften, die Bedeutung einer verstärkten Förderung umwelttechnologischer Innovationen hervorgehoben.

Insgesamt wird die Beziehung zwischen Umweltplan als Instrument zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung und FuT-Politik zwar als sehr zentral eingeschätzt, in der politischen Praxis fungieren beide jedoch weitgehend unabhängig voneinander (TAB 1997). In nahezu allen Ländern übernahm bisher das Umweltministerium die Initiierung und Gestaltung der Umweltpläne. Ein wichtiges Kriterium für den Erfolg und die Leistung eines Umweltplans, das zeigen die bisherigen Erfahrungen, ist die verbindliche Verankerung im Politikprozeß. Wird die Gestaltung „nachhaltiger“ Umweltbedingungen nicht als übergeordnetes Politikziel formuliert und entsprechend implementiert, ist die Gefahr groß, daß die Aufgabe als programmatisches Konzept im Ressortbereich des Umweltministeriums verbleibt und nur geringen Einfluß auf die Politik anderer Ressorts nehmen kann.

Der niederländische Umweltplan hat nicht zuletzt deswegen internationale Anerkennung gefunden, weil er versucht, die verschiedenen Politikbereiche zu verknüpfen. Als innovatives und interessantes Beispiel für den FuT-Bereich wird in der internationalen Debatte hauptsächlich das niederländische FuT-Programm „Duurzame Technologische Ontwikkeling/DTO“ bzw. „Sustainable Technology Development/STD“ angeführt (Kap. V). Das STD-Programm steht in direktem Zusammenhang mit dem niederländischen Umweltplan, der ebenfalls betont, daß technische Innovationen in kulturelle und strukturelle Prozesse eingebettet sein müssen, um grundsätzliche Veränderungen erzielen zu können (ISOE 1997; NEPP 1 1989).

Nachhaltigkeit als Leitidee sowohl für die Gestaltung gesellschaftlicher Veränderungen als auch für FuT-Politik hat international Eingang in Forschungsprogramme gefunden. Im folgenden wird ein kurzer Überblick über den Stellenwert und den Stand der Integration des Leitbildes nachhaltige Entwicklung in der Forschungspolitik ausgewählter europäischer Länder und der Europäischen Union gegeben (vgl. Katz 1997).

1. Nachhaltigkeit in der Forschungs- und Umweltpolitik der Europäischen Union

Auch die Europäische Union (EU) hat in der Folge des Rio-Prozesses Versuche unternommen, Strukturprinzipien einer nachhaltigen Entwicklung sowohl in die FuT-Politik als auch in einer Nachhaltigkeits-Agenda umzusetzen. Die Bedeutung von Forschung und Entwicklung für die Gestaltung einer nachhaltigen Entwicklung wird sowohl im 5. Forschungsrahmenprogramm als auch als auch im Aktionsplan der EU für eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung unterstrichen.

1.1 Nachhaltigkeit im 5. Forschungsrahmenprogramm der EU

Am 9. April 1997 wurde in Straßburg der Vorschlag für das 5. Forschungsrahmenprogramm von der Europäischen Kommission verabschiedet. Es umfaßt den Zeitraum von 1998 bis 2002 und wird ebenso wie seine Vorgänger die Bereiche Forschung, technologische Ent-

wicklung und Demonstration abdecken (Europäische Kommission 1997a). Nachdem im Laufe der folgenden Monate noch einige Veränderungen am Programm vorgenommen wurden, wurde am 12. Februar 1998 von den Forschungsministern der EU eine einstimmige politische Vereinbarung über eine gemeinsame Stellungnahme über das Programm erzielt. Die formelle Annahme wird im Anschluß an die Vervollständigung des Textes in allen Sprachen der Gemeinschaft erfolgen. Die endgültige Annahme des Programms soll bis zum Ende des Jahres 1998 erfolgen (CORDIS 1998b, S. 2).

Der Forschungspolitik wird für die Beantwortung ökonomischer und gesellschaftlicher Probleme in der EU (hohe Arbeitslosigkeit, wachsende Ansprüche der Gesellschaft auf Lebensqualität, Umweltprobleme, internationale Wettbewerbsfähigkeit) und damit für die zukünftige gesellschaftliche Entwicklung der einzelnen Mitgliedsstaaten eine wichtige Schlüsselfunktion zugeschrieben.

Aufgrund der institutionellen Veränderungen innerhalb der EU, der bevorstehenden Wirtschafts- und Währungsreform sowie dem Beitritt neuer Mitgliedsstaaten soll das Programm richtungsweisenden Charakter auch für zukünftige Entwicklung der Gemeinschaft haben. Das Programm zielt auf „die Erhaltung und den Ausbau des wissenschaftlichen Spitzenpotentials in der Gemeinschaft [...]; dieses Potential erstreckt sich sowohl auf die materiellen und immateriellen Infrastrukturen als auch auf die Humanressourcen“ (Europäische Kommission 1997a, S. 26). Die Synergien zwischen den FuT-Maßnahmen und den strukturpolitischen Maßnahmen der Gemeinschaft sollen gefördert werden. Die Zielsetzungen des Programms lassen sich drei Kategorien zuordnen (Europäische Kommission 1997a, S. 58):

- **soziale Erfordernisse**
  - Verbesserung der Beschäftigungslage
  - Verbesserung der Lebensqualität und des Gesundheitsniveaus
  - Umweltschutz
- **wirtschaftliche Entwicklung sowie wissenschaftliche und technologische Perspektiven**
  - Förderung wachstumsträchtiger und kontinuierlich expandierende Bereiche
  - Förderung und Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit von europäischen Unternehmen
  - Förderung zukunftsfähiger Innovationen
- **„Mehrwert für die Gemeinschaft“ und Subsidiaritätsprinzip**
  - Bündelung der komplementären Fachkompetenzen in den Mitgliedstaaten
  - Umsetzung der Politik von Euratom in verschiedene Bereiche
  - Lösung von Problemen mit Gemeinschaftsdimension, wie z. B. Fragen in Zusammenhang mit europäischer Normung oder rechtlichen und institutionellen Entwicklungen des europäischen Wirtschaftsraums

Neben der verstärkten Bündelung von Forschungsaktivitäten zu ausgewählten Themenschwerpunkten sollen langfristig bedeutsame Veränderungen in bezug auf Management und Strukturierung der Programme erfolgen. Durch eine Verbesserung der Koordination und Kooperation zwischen den unterschiedlichen Programmeinheiten soll gewährleistet werden, daß die Forschungsbemühungen der EU optimaler auf die gesellschaftlichen Bedürfnisse abgestellt werden. Darüber hinaus soll über eine flexible Organisationsstruktur die Möglichkeit geschaffen werden, auf zukünftige Prioritäten innerhalb der europäischen Entwicklung schnell zu reagieren (CORDIS 1997a).

Das Fünfte FTE-Rahmenprogramm der EU ist in sechs große Aktionsbereiche untergliedert. Es enthält drei „thematische“ und drei „horizontale“ Aktionsprogramme. Die drei „thematischen“ Programme sollen die Forschung, die technologische Entwicklung und die Demonstrationsaktivitäten von europäischen Unternehmen, Universitäten und Forschungsorganisationen fördern. Die „horizontalen“ Programme fördern die gemeinsame Forschung mit Organisationen in Drittländern, die Beteiligung der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) sowie die Verbesserung der Forschungsbedingungen. Sie sind an der Schnittstelle der Forschungspolitik mit den Bereichen Außenbeziehungen, Beschäftigungspolitik, Mobilität etc. horizontal angesiedelt und sollen die „thematischen“ Programme koordinieren, begleiten und unterstützen (CORDIS 1997a u. b; Europäische Kommission 1997a).

Die **horizontalen** Bereiche beinhalten die folgenden Themen:

- **Sicherung der internationalen Stellung der europäischen Forschung:** Die „internationale Zusammenarbeit“ ist für die EU besonders im Hinblick auf die Beitrittskandidaten in Mittel- und Osteuropa, den Aufbau der industriellen Zusammenarbeit mit den unterschiedlichen Partnerländern sowie auf die Erschließung neuer Märkte von außerordentlicher Bedeutung. Die Ziele der „internationalen Zusammenarbeit“ beinhalten allgemein die Förderung der wissenschaftlichen und technologischen Zusammenarbeit zum „gegenseitigen Nutzen“, den Austausch wissenschaftlicher Ergebnisse, die Stärkung der Position auf der internationalen wissenschaftlichen und technologischen Ebene, die Vorbereitung des Beitritts der assoziierten Länder in Mittel- und Osteuropa, die Förderung der euro-mediterranen Partnerschaft und der Entwicklungspolitik.
- **Innovation und Einbeziehung von KMU:** Bei der Schaffung von Arbeitsplätzen und der industriellen Wettbewerbsfähigkeit wird der Förderung der kleinen und mittleren Unternehmen als Träger und Akteure von Innovationen eine bedeutsame Rolle beigemessen. Hier sollen Forschungsergebnisse verstärkt genutzt und umgesetzt werden. Es sollen Möglichkeiten gefunden werden, den Transfer und die Verbreitung der Technologien zu verbessern, z. B. durch Finan-

zierungshilfen im Bereich Innovation, Unterstützung von Unternehmensgründungen und die stärkere Beteiligung von KMU an den Forschungsprogrammen.

- **Ausbau des Potentials der Humanressourcen:** Auch die Nutzung der Forschungsinfrastrukturen im europäischen Rahmen bedarf, laut Rahmenprogramm, der Optimierung. Hier soll der Ausbau der Humanressourcen der Gemeinschaft gefördert werden. Als spezifische Maßnahmen im Bereich „Ausbau des Potentials der Humanressourcen“ werden beispielsweise Stipendienvergabe, Förderung der Ausbildung, Entwicklung der besseren Nutzung der Forschungsinfrastruktur, Förderung wissenschaftlicher und technischer Spitzenleistungen in Europa, Förderung der sozioökonomischen Forschung, Forschung zur Unterstützung der Wissenschafts- und Technologiepolitik in Europa etc. genannt.

Die **thematischen** Schwerpunkte umfassen folgende Forschungsgebiete mit den ihnen zugeordneten Schlüsselaktionen:

- **Verbesserung der Lebensqualität und die Bewirtschaftung der Ressourcen für das Leben** (Nahrungsmittel, Ernährung, Gesundheit, Beherrschung übertragbarer Krankheiten, Umwelt und Gesundheit, die „Zellenfabrik“, Alterung der Bevölkerung, nachhaltige Landwirtschaft, Fischerei- und Forstwirtschaft sowie integrierte Entwicklung ländlicher Regionen)
- **Aufbau einer benutzerfreundlichen Informationsgesellschaft** (Systeme und Dienstleistungen für den Bürger, neue Arbeitsmethoden und elektronischer Handel, Multimedia-Inhalt und -werkzeuge, notwendige Technologien und Infrastrukturen)
- **Förderung des nachhaltigen Wachstums unter Wettbewerb** (Innovative Produkte, Prozesse und Organisationsformen, nachhaltige Mobilität und Intermodalität, Landverkehr und Meerestechnologien, neue Perspektiven in der Aeronautik)
- **Erhaltung des Ökosystems** (dieses Programm wurde in zwei Bereiche mit separaten Haushalten geteilt: 1. nachhaltige Bewirtschaftung und Qualität des Wassers, globale Umweltveränderungen und Klima, Erhaltung der biologischen Vielfalt, nachhaltige Meeresökosysteme, die Stadt von morgen und kulturelles Erbe, 2. saubere Energiesysteme, ökonomische und effiziente Energie für ein wettbewerbsfähiges Europa)

Der thematische Schwerpunkt „**Erhaltung des Ökosystems“** wurde nachträglich in das Rahmenprogramm unter dem Aspekt der verstärkten integrierten Bearbeitung von Energie- und Umweltfragen aufgenommen. Diese Forschungsaktivitäten sollen sich sowohl am Ziel einer Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Wirtschaft als auch an den Problemen auf dem Gebiet der globalen Klimaänderungen ausrichten, die anläßlich der Klimakonferenz in Kyoto (Dezember 1997) angesprochen wurden. Dasselbe gilt für die Forschungsthemen „Überalterung der Bevölkerung“ sowie „globale Umwelt- und Klimaveränderungen“, die noch in den ersten, bzw. vierten thematischen Schwerpunkt aufgenommen wurden. Ihnen soll zukünftig ein größerer Stellenwert in den Forschungsaktivitäten beigemessen werden, auch wenn sie schon in den ursprünglichen Vorschlägen enthalten waren (CORDIS 1998a, S. 1).

Besonders im dritten und vierten Forschungsgebiet sollen Kriterien einer nachhaltigen Entwicklung in den Forschungsprozeß integriert werden. Unter „nachhaltig“ wird hier hauptsächlich die Entwicklung „sauberer“ und „hochwertiger“ Produkte und Dienstleistungen verstanden, mit dem Ziel, die internationale Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. Beispielsweise sollen folgende Themen, die als entscheidend für ein nachhaltiges umweltverträgliches Wirtschaftswachstum eingeschätzt werden, weiter ausgebaut werden:

- **nachhaltige Produkte und Verfahren** (Entwicklung, Konzeption und Integration von ressourcen- und umweltschonender Produktionsverfahren sowie von neuen Entwurfs-, Fertigungs- und Überwachungstechnologien; Fortentwicklung des Konzepts der „Lebenszyklusanalyse“ sowie sozioökonomische Analysen)
- **nachhaltige Mobilität und Intermodalität** (Schwerpunkte: Entwicklung einer effizienten und umweltverträglichen Mobilität zur Beförderung von Personen und Gütern per Eisenbahn, auf der Straße, in der Luft und auf dem Wasserweg; Förderung modaler und intermodaler Verkehrsmanagementsysteme und Satellitennavigationssysteme; Forschungsarbeiten in der Raum- und Ordnungspolitik im Hinblick auf geringere Umweltbelastungen; Erstellung sozioökonomischer Szenarien zur Mobilität)
- **neue Perspektiven für die Luftfahrt** (Schwerpunkte: technologische Innovationen in der Luftfahrttechnik zur Reduzierung von Schadstoffen, der Verringerung des Energieverbrauchs und des Lärms; Entwicklung von leichten Werkstoffen und Technologien zur Verbesserung der Betriebssicherheit)
- **nachhaltige Meerestechnologien** (Schwerpunkte: umweltfreundliche Entwicklung von Technologien im Meeresbereich; Nutzenanalysen der Meere als wirtschaftliche Verkehrsträger für die Beförderung von Gütern und Personen, Nutzenanalysen der Meere als Energie- und Rohstoffquelle)
- **fortgeschrittene Systeme und Dienstleistungen im Energiebereich** (Sicherstellung des Energiebedarfs der EU unter Berücksichtigung von Umweltschutz; Entwicklung neuer und erneuerbarer Energieträger, Entwicklung von Technologien für Energiespeicherung und -transport sowie für die „saubere“ Erzeugung und Nutzung von Energie aus fossilen Brennstoffen)
- **nachhaltige Stadtentwicklung** (Entwicklung von Konzepten für eine „harmonische“ Entwicklung des städtischen Lebens, d. h. Verbesserung der Lebensqualität, die Wiederherstellung des sozialen Gleichgewichts und Schutz des kulturellen Erbes; Entwicklung sozioökonomischer Szenarien mit folgenden Schwerpunkten: Urbanismus und Architektur, soziale Integration, Sicherheit, Energieeffizienz und -wirtschaftlichkeit; Entwicklung und Demonstration von

sauberen, effizienten und nachhaltigen Technologien für sparsame, saubere, sichere und intelligente Fahrzeuge)

Betrachtet man die **thematischen** Felder unter dem Gesichtspunkt, inwiefern die Leitidee von Nachhaltigkeit hier eine Rolle spielt, können zumindest formal die Ziele „umweltverträgliches Wirtschaften“ und „langfristiger Erhalt sowohl der Natur als auch der wirtschaftlichen Entwicklung“ genannt werden. Die von der Kommission formulierten Elemente einer nachhaltigen Entwicklung (Wirtschaftswachstum, Effizienzrevolution, technologischer Umweltschutz, Ausbau internationaler Institutionen, Bevölkerungskontrolle) betonen zwar die Bedeutung technologischer Effizienzverbesserungen hinsichtlich einer nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweise. Wirtschaftswachstum und internationale Konkurrenzfähigkeit gelten jedoch weiterhin als das europäische Modell für gesellschaftliche Zukunftsfähigkeit.

Zum fünften Rahmenprogramm liegt eine Reihe von Stellungnahmen sowohl europäischer Mitglieds- als auch Nicht-Mitgliedsstaaten vor. Insbesondere die Stellungnahmen einiger skandinavischer Länder zum Programm weisen auf den Mangel sozio-kultureller Forschung im Rahmen des Programms hin. So werden beispielsweise in der norwegischen Stellungnahme sozialwissenschaftliche Themenfelder vermißt („... cultural and social research: the role of technology in our culture, the multicultural society, the role of the nation in a changing Europe“) (CORDIS 1997c). Finnland schlägt die Einrichtung eines gesonderten Programmes zur FuT-Kooperation mit Entwicklungsländern vor (CORDIS 1997d). Von schwedischer Seite wird der geringe Stellenwert, den Forschung zu Fragen globaler Entwicklung im Programm einnimmt, bemängelt (CORDIS 1997e). Insgesamt fehlen – so verschiedene Stellungnahmen – sowohl Programme zur Entwicklung alternativer sozioökonomischer Innovationen als auch eine kritische Bewertung der Defizite bisheriger Forschungspolitik. Dem zugrunde gelegten Nachhaltigkeitskonzept fehle eine soziale und auch globale Dimension von nachhaltiger Entwicklung.

In der Ausrichtung der horizontalen Programme finden sich Prinzipien der Forschungsförderung, die zumindest potentiell einer Stärkung nachhaltiger Forschung und Entwicklung entgegenkommen. Die „horizontalen“ Programme sollen auf der praktischen Ebene die Umsetzung der wissenschaftlichen Ergebnisse in die Anwendung verbessern helfen. Mit Blick auf die hohe Arbeitslosenquote innerhalb der europäischen Länder sowie auf die Verbesserung der Lebensqualität sollen die Forschungsaktivitäten innerhalb der EU effizienter auf gesellschaftliche **Bedürfnisse** abgestimmt werden. Auch eine stärkere Verbindung von **grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung** wird im Rahmen der horizontalen Programme angestrebt. Grundlagenwissen soll gestaltungsorientiert genutzt werden und über das Erkenntnisinteresse der Einzeldisziplin hinausweisen. Über das Instrument der anwendungsbezogenen Forschung soll zudem das Innovationspotential von KMU stärker gefördert werden. Insgesamt aber stehen diese Prinzipien im wesentlichen im Kontext eines vor allem wirtschaftlich geprägten Verständnis von Zukunftsfähigkeit – Zukunftsfähigkeit wird vor allem mit der Sicherung der internationalen Konkurrenzfähigkeit des europäischen Wirtschaftsraums verknüpft.

1.2 Der Aktionsplan der EU für eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung

Die EU hat als Beitrag zum Rio-Nachfolgeprozeß, wie eine Vielzahl von Ländern, einen Strategieplan für eine nachhaltige Entwicklung vorgelegt. Schon 1992 wurde ein Programm mit dem Titel „Towards Sustainability“ veröffentlicht. Dieses Programm ging inhaltlich jedoch kaum über eine programmatische Erklärung hinaus und hatte insgesamt wenig konkrete Auswirkungen.

Im Juni 1997, fünf Jahre nach der Rio-Konferenz, wurde von der Kommission ein Aktionsplan mit dem Titel „Für eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung“ verabschiedet. Dieser Plan gilt als Ergänzung des 5. Umweltrahmenprogramms der Europäische Kommission. Der Schwerpunkt des Aktionsplans liegt eindeutig auf dem Bereich des integrierten Umweltschutzes. Er greift eine Anzahl politischer Aktionen auf, die im Rahmen des Rio-Prozesses entwickelt wurden und beschreibt die auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung zu lösenden Probleme.

Als Ursache für die Umweltprobleme wird das vorherrschende industrialistische Entwicklungsmodell angesehen. Gefordert wird eine „radikale Wende“ in der Umweltpolitik. Akteure an der Schnittstelle von Wirtschaft und Umwelt sollen stärker in die Formulierung und Umsetzungen umweltpolitischer Strategien einbezogen werden (Europäische Kommission 1997b, S. 21).

In fünf Schlüsselbereichen (Industrie, Verkehr, Energie, Landwirtschaft und Tourismus) soll der Aspekt des Umweltschutzes politisch und „praktisch“ stärker integriert werden. Dabei werden sowohl kurzfristig wirksame Maßnahmen als auch langfristige strukturelle Veränderungen erwogen. So wird für den Verkehrssektor eine weitere Verschärfung der Abgasvorschriften vorgeschlagen, aber langfristig soll der gesamte Verkehrssektor über Maßnahmen zur Förderung einer umweltgerechten Mobilität verändert werden.

Die Forschungspolitik spielt bei der Durchsetzung der Leitidee eine bedeutende Rolle. Über den Forschungsetat sollen gezielt Forschungsprojekte für eine nachhaltige Entwicklung gefördert werden. Die wissenschaftliche Entwicklung von neuen nachhaltigen Modellen der Produktion steht hierbei im Vordergrund (Europäische Kommission 1997b, S. 14). Als vorrangige „Probleme“, die es über verstärkte Forschungsanstrengungen oder auch rechtliche und ordnungspolitische Maßnahmen zu lösen gelte, werden beispielsweise Klimaveränderungen, ozonschichtschädigende Stoffe, Luftqualität, Abfallwirtschaft und Schutz der Küstengebiete genannt.

Die Ansätze im Aktionspapier für eine nachhaltige Entwicklung der EU haben insgesamt eher programmatischen Charakter. Die weitreichenden Forderungen wie intersektorale Vernetzung der Politikbereiche unter dem

Gesichtspunkt des Umweltschutzes, verstärkte Förderung „nachhaltiger“ Forschung und Entwicklung sowie langfristige Veränderung von Produktions- und Konsummustern werden abschließend (selbstkritisch) mit der Frage konfrontiert, ob „der politische Wille zu seiner Umsetzung noch vorhanden ist. 1992, zur Zeit der Konferenz von Rio und der Verabschiedung des Fünften Umweltprogramms eroberten Umweltbelange sehr schnell die Tagesordnung. Seitdem ist die Verabschiedung wirtschaftlicher und steuerungspolitischer Instrumente auf Unionsebene in eine Sackgasse geraten, und internationale Finanzierungszusagen werden nur zögerlich eingehalten [...]“ (Europäische Kommission 1997b, S. 21).

Im Rahmen der EU bleibt das Thema nachhaltige Entwicklung aber auf der Tagesordnung. In einem Beschluß des europäischen Parlaments über „Forschung und nachhaltige Entwicklung“ vom Juni 1997 fordert das Parlament die Einführung „eines Modells für nachhaltige Entwicklung, das das Prinzip der Solidarität der Generationen und der Natur weitgehend berücksichtigt und auf der entscheidenden Rolle von Forschung und Entwicklung basiert“ (CORDIS 1997b, S. 13). Gefordert werden FuT-Anstrengungen auf folgenden Gebieten:

- Analyse der Wechselwirkung zwischen sozialen und wirtschaftlichen Prozessen und der natürlichen Umwelt sowie
- Entwicklung neuer Prozesse für die Verarbeitung von Rohstoffen und die Nutzung von Energie, die Fertigung von Gütern und das Recycling von Produkten, die die schädlichen Wirkungen des gegenwärtigen Wirtschaftsmodells ausgleichen (CORDIS 1997b, S. 13).

Im Rahmen des 5. Rahmenprogramm für Forschung und Entwicklung sollen die zu fördernden Projekte Kriterien für eine nachhaltige Entwicklung als Leitgedanken mit einbeziehen. Die europäische Politik sollte nicht „alleine auf wirtschaftliches Wachstum abstellen, sondern auch das ökologisch und aus sozialer Sicht Tragbare mit einbeziehen“ (CORDIS 1997b, S. 13).

2. Nachhaltigkeit in speziellen FuT-Programmen ausgewählter europäischer Länder

Im folgenden werden exemplarisch einige im Hinblick auf eine Ausrichtung von FuT-Politik am Leitbild nachhaltige Entwicklung interessant erscheinende FuT-Programme verschiedener europäischer Länder (Finnland, Schweden, Österreich) vorgestellt.

Die Auswahl der Länder erfolgte auf der Basis einer breit angelegten Recherche zur FuT-Politik in Europa (Katz 1997). Auf Grund des unterschiedlichen Zugangs zu und des Rücklaufs von aussagekräftigen Materialien kann das Ergebnis der Recherche nicht den Anspruch eines repräsentativen Überblicks über die Bedeutung des Leitbildes nachhaltige Entwicklung in der FuT-Politik europäischer Länder erheben. Es zeigte sich aber, daß beispielsweise in wichtigen europäischen Ländern wie Frankreich und Italien Nachhaltigkeit als Leitbild der FuT-Politik insgesamt oder auch in einzelnen speziellen Forschungsprogrammen offenbar kaum eine Rolle spielt. Auch ließen sich keine Programme identifizieren, in denen – wie im niederländischen Programm zur nachhaltigen Technikentwicklung (DTO) (Kap. V) – hinsichtlich konzeptioneller und methodischer Aspekte und hinsichtlich der Instrumente grundsätzlich neue Wege einer „nachhaltigen“ FuT-Politik beschritten werden.

Für Österreich, Schweden und Finnland ließ sich – auf der Basis des verfügbaren Materials – ein deutlicher Niederschlag des Leitbildes in einzelnen Forschungsprogrammen nachweisen. Die hier aufgelegten Forschungs- und Technologieprogramme zum Thema nachhaltige Entwicklung weisen, trotz der z. T. unterschiedlichen Interpretation von Nachhaltigkeit, hinsichtlich der thematischen Schwerpunkte und der konzeptionellen Anlage einige Gemeinsamkeiten auf.

Neben spezifischen Programmen zu Themen der Umweltforschung und Umwelttechnik werden technologiefeldübergreifende Programme aufgelegt, die sich der Erforschung von nachhaltigen Problemlösungen für bestimmte Regionen, wirtschaftliche Sektoren oder Bedürfnisfelder widmen. Dabei zeigt sich:

- Das Bemühen um eine integrierte Erfassung von ökonomischen, sozialen und technischen Zusammenhängen bei der Entstehung ökologischer Probleme sowie um integrierte Problemlösungen wird deutlich.
- Die Einbeziehung gesellschaftlicher Akteure bei den problemorientierten (vor allem den regional ansetzenden) Programmen spielt eine wichtige Rolle.
- Stark repräsentiert sind Programme, die sich der wissenschaftlichen Entwicklung von Modellen nachhaltigen Wirtschaftens sowie nachhaltiger Konsummuster- und Lebensstile widmen, wie überhaupt die wissenschaftliche Konkretisierung des Leitbildes (z. B. die Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren) als Aufgabe einer auf Nachhaltigkeit abstellenden Forschung und Entwicklung angesehen wird.
- Aspekte wie Interdisziplinarität und Problemorientierung und die Einbeziehung von gesellschaftlichen Akteuren scheinen, zumindest auf der Ebene der Programmatik, wichtige Eckpfeiler einer nachhaltigen FuT-Politik zu bilden. Daneben werden aber vielfach auch eher disziplinär ausgerichtete in der Tradition der klassischen Umweltforschung stehende Programme aufgelegt. Eine spezifische Kontur „nachhaltiger FuT-Politik“ – über die genannten im einzelnen auffindbaren Aspekte hinaus – läßt sich bisher nicht erkennen.

Die Entwicklung einer „nachhaltigen“ FuT-Politik besteht z. Z. im wesentlichen noch in der Suche nach Konzepten und dem Bemühen um die Konkretisierung des FuE-Bedarfes für eine nachhaltige Entwicklung. Dies zeigt sich z. B. in eigens zu diesem Zweck aufgelegten Förderprogrammen wie im finnischen „Sustainable development Research Programm“ oder in der Förderung von Einzelprojekten wie dem von der österreichischen Regierung geförderten Projekt „FuE-Bedarf für den

Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich“.

2.1 Finnland

Allgemeine forschungs- und technologiepolitische Entwicklung

In den 80er Jahren wandelte sich die lange durch die Holz- und Metallverarbeitung geprägte finnische Industriestruktur spürbar. Abgesehen von diesen Sektoren ist die industrielle Struktur Finnland heute durch international konkurrenzfähige Unternehmen in den Bereichen Mikroelektronik, Chemie und Maschinenbauindustrie geprägt. Insgesamt aber ist die Spezialisierung der Industriestruktur immer noch ausgeprägt, und es werden vorrangig low-tech-Güter exportiert (Glatz 1992). Die Regierung unternimmt vielfältige Anstrengungen, um FuE-Investitionen und Innovationen in der Industrie zu stimulieren. Ein besonderes Gewicht wird hierbei auf die Weiterentwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologie gelegt (OECD 1996). Wachsende Beachtung in der FuT-Politik haben in den letzten Jahren aber auch die Bereiche Energie, Umwelt, Gesundheit und soziale Wohlfahrt erfahren, wozu auch die zunehmende Bedeutung des Leitbildes nachhaltige Entwicklung für die finnische Politik insgesamt beigetragen hat (STPC 1996).

Insgesamt sucht Finnland intensiv, nicht zuletzt aufgrund seiner geographischen Lage, den Sprachbarrieren sowie dem weitgehenden Fehlen eigener Rohstoffe und traditionell eigener FuE-Bereiche (außer Holzveredelungstechnologie), nach Möglichkeiten internationaler Kooperation. Von einer internationalen Zusammenarbeit erwartet sich Finnland einen Beitrag zur Überwindung nationaler FuT-Defizite.

Im Gegensatz zu vielen anderen europäischen Ländern hat Finnland in den 70er und 80er Jahren seine Ausgaben für Forschung und Entwicklung deutlich erhöhen können. Dabei wurde auch in die Umweltforschung und -technik investiert. Ende der 80er Jahre investierte die öffentliche Hand annähernd 114 Mio. FIM (rund 38 Mio. DM) in die Umweltforschung und die Entwicklung von Umwelttechnologien. Das entsprach damals 1,5 % der gesamten in Finnland getätigten FuE-Ausgaben. Die Gesamtausgaben für FuE beliefen sich 1993 in Finnland bereits auf immerhin 2,3 % des Bruttoinlandproduktes; für 1997 wurde eine Erhöhung auf mindestens 2,7 % des BIP angestrebt (Bundesstelle für Außenhandelsinformationen 1994a; STPC 1996). Mit dem Beitritt Finnlands zur EU wird die Hoffnung verbunden, den rezessionsbedingten Rückgang der öffentlichen Mittel durch Forschungsgelder aus der Gemeinschaft auffangen zu können.

Forschungs- und technologiepolitische Ziele

Eine große Herausforderung für die zukünftige Entwicklung Finnlands wird in der Verknüpfung von Umweltpolitik und FuT-Politik gesehen. Ein Weg zur nachhaltigen Entwicklung wird vor allem im Aufbau eines effektiven Innovationssystems gesucht. Um eine gleichgewichtete Implementierung von Umweltzielen und Zielsetzungen der Innovationspolitik zu gewährleisten, ist zukünftig an eine intensive, lösungsorientierte Kooperation der betroffenen gesellschaftlichen Gruppen und politischen Akteure gedacht (STPC 1996).

1995 präsentierte die **„Finnish National Commission on Sustainable Development“** (FNCSD 1995) einen Bericht **„Finnish action for sustainable development“,** der unter der Federführung des Umweltministeriums entstand und eine Zusammenstellung von bereits eingeleiteten bzw. für die nächsten Jahre (1995 bis 1997) angeordneten verschiedenen Maßnahmen zur Beförderung einer nachhaltigen Entwicklung enthält **(„Finnish Agenda 21“).** Die Maßnahmen reichen von offiziell verabschiedeten sektorspezifischen Plänen und Programmen verschiedener Ministerien und Regierungsbehörden bis hin zur Unterstützung von Aktionen und Informationskampagnen der privaten Wirtschaft und von NROs.

Für das Erreichen einer nachhaltigen Entwicklung hält die Kommission einen übergreifenden und interdisziplinären Ansatz in der Forschung und in der technologischen Entwicklung für notwendig, bei dem staatliche Forschungseinrichtungen, Universitäten, Wirtschaft, Industrie und Regierung konstruktiv zusammenarbeiten sollen. Den Sozialwissenschaften wird dabei eine Schlüsselfunktion zuerkannt. Insbesondere wird das wirtschaftliche Potential einer auf „sustainable development“ ausgerichteten FuE durch die Entwicklung umweltverträglicher Technologien und eine Reduktion des Ressourcenverbrauchs durch Recyclingmaßnahmen und technische Effizienz betont. Entsprechend dieser Zielsetzung wurde vom Umweltministerium das **„environmental technology development programme“** vorbereitet (FNCSD 1995). Für die Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung wird darüber hinaus die Partizipation von Nichtregierungs-, anderen interessierten Organisationen sowie lokalen Autoritäten an den wichtigen Entscheidungsprozessen als bedeutend angesehen.

Die zum Thema Umwelt von der Kommission anvisierte Forschungsstrategie zielt auf folgende Themenfelder:

- „assessing the need for research on instruments and methods to promote sustainable development;
- assessing the need for research on the main environmental threats and ways of combating them;
- developing assessment of the effectiveness of environmental research related to funcional goals;
- intensifying the dissemination and use of research data in administrative decision-making;
- intensifying national and international research cooperation and interaction“ (FNCSD 1995, S. 155 f.).

Zentrale Förderprogramme mit Bedeutung für eine nachhaltige Entwicklung

In Finnland reflektieren die Einteilung der thematischen Bereiche sowie die inhaltliche Prioritätensetzung der Umweltforschung auch die langjährigen Schwerpunkte

der Umweltpolitik, wie Gewässerschutz, Probleme der Forstwirtschaft und Luftreinhaltung. Daneben konzentrieren sich die Forschungsanstrengungen in den letzten Jahren auf den Schutz und die umweltverträgliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe wie bspw. Papier und Pappe. Die meisten der vom Umweltministerium, vom Ministerium für Land- und Forstwirtschaft, vom Forschungsministerium, von der Akademie Finnlands und vom Verkehrsministerium finanziell getragenen Projekte konzentrieren sich hauptsächlich auf die Aspekte der Umweltschutzforschung (vgl. Academy of Finland 1995, S. 33). Die Projekte des Ministeriums für Handel und Industrie und der ihm zugeordneten Institutionen – wie das finnische Zentrum für Technologische Entwicklung (TEKES) – sowie die Vorhaben der technischen Hochschulen und der Industrie befassen sich schwerpunktmäßig mit der Entwicklung von technischen Lösungen zum Umweltschutz, also der Weiterentwicklung von Umwelttechnologien (Bundesstelle für Außenhandelsinformationen 1994a, S. 11). Im folgenden werden einige ausgewählte Programme bzw. Vorhaben vorgestellt, von denen laut Zielsetzung ein wesentlicher Beitrag für die Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung erwartet wird.

In der Zusammenarbeit verschiedener Ministerien wurde seit Beginn der 90er Jahre eine Reihe von sektorspezifischen Plänen und Programmen zu den Themen Umwelt und nachhaltige Entwicklung vorbereitet und umgesetzt. Zu diesen Programmen gehören bspw. (Finnish Government 1997; OECD 1996):

- **Environmental Programme for Rural Areas** (Landwirtschafts-/Forstministerium und Umweltministerium, 1992)
- **Agri-environmental Programme 1992–1999** (Umweltförderprogramm in Übereinstimmung mit dem EU-Umweltregelwerk)
- **Environmental Programme for Forestry and Strategy for Conservation of Forests** (Land- und Forstwirtschaftsministerium sowie Umweltministerium, 1994)
- **Environmental Programme 2005** (soll zur Bereitstellung der für eine Umsetzung des Konzeptes „sustainable development“ notwendigen Information beitragen; Umweltministerium, 1995)
- **Programme on Reducing the Adverse Effects of Transport to the Environment, 1994; National Programme to Promote the Use of Bicycles, 1993** (Verkehrs- und Kommunikationsministerium)
- **Energy Conservation Programme, 1992; Government Report on Energy Policy, 1993; Programme for the Promotion of Bioenergy, 1994**

Die Programme bzw. die den Plänen nachfolgenden politischen Initiativen gelten als ausgesprochen erfolgreich hinsichtlich der Reduzierung von Umweltbelastungen. Sie werden deshalb weiterhin als notwendige, jedoch bei weitem nicht ausreichende Maßnahmen zur Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung betrachtet (Finnish Government 1997, S. 1).

Derzeit wird unter Federführung des Umweltministeriums ein umfassendes **Regierungsprogramm für sustainable development** vorbereitet. Das Programm basiert auf einem umfassenden Dialog zwischen Regierung und gesellschaftlichen Gruppen. Das Programm sieht u.a. eine Analyse der verschiedenen Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung (ökologisch, sozial, kulturell und ökonomisch) sowohl auf nationaler als auch internationaler Ebene vor. Das Programm will ferner versuchen, diejenigen Stärken und Potentiale der finnischen Gesellschaft und Wirtschaft zu identifizieren, die einer nachhaltigen Entwicklung dienlich sein könnten. Als entscheidend für eine nachhaltige Entwicklung werden Veränderungen im Produktionsbereich, bei Produkten und Konsummustern, bei Transport und Besiedelung, in der ländlichen Entwicklung und im Energiesektor angesehen. Das Programm wird auch Empfehlungen für die Ausrichtung von Forschung und Technologieentwicklung auf eine nachhaltige Entwicklung enthalten (Finnish Government 1997, S. 4 ff.).

Vor allem im Rahmen der Aktivitäten der **Akademie Finnlands** ist eine Vielzahl an Programmen mit größtenteils explizitem Bezug zu einer nachhaltigen Entwicklung aufgelegt worden. Die Akademie stellt ist die zentrale finnische Behörde für die Wissenschaftsverwaltung. Sie ist dem Erziehungsministerium unterstellt und für Forschungsplanung, Forschungsförderung sowie ihre Implementation zuständig. Im folgenden werden Inhalte und Ausrichtung einiger dieser Programme beschrieben.

Forschungsprogramm Biodiversity

Das multidisziplinäre Programm läuft seit Ende 1995 und wird (abgesehen von der Akademie Finnlands) von TEKES, vier Ministerien (Ministry of Transport and Communications, Ministry of Agriculture and Forestry, Ministry for Foreign Affairs, Ministry of the Environment) und von der Föderation der finnischen Forstindustrien finanziell getragen. In die Vorbereitung waren alle Zweige der Verwaltung und Forschungsinstitutionen involviert, die für die Durchführung der Biodiversitätskonvention der UNCED-Konferenz eine Bedeutung haben. Das Programm hat eine Laufzeit von 6 Jahren (1997–2002).

Eine wesentliche Aufgabe des Biodiversitätsforschungsprogrammes wird in der Produktion international anerkannter, zum Schutz von biologischer Vielfalt anwendbarer Ergebnisse gesehen. Weiterhin soll das Programm die Grundlagenforschung zur Biodiversität mit der angewandten Forschung zum Nutzen und Schutz von natürlichen Ressourcen verknüpfen. Im Rahmen des Programmes sollen daher insbesondere Projekte vorangebracht werden, die die Grenze zwischen Grundlagen- und angewandter Forschung überschreiten. Mit dem Programm sollen Verbindungen geschaffen werden zwischen dem Wissen über Biodiversität und (Academy of Finland 1996)

- ökonomischen Fragen (Fragen nach ökonomischen Kosten und Vorteilen des Erhaltes biologischer Viel-

falt auf der einen Seite und den ökonomischen Anreizen und Möglichkeiten für ihren Schutz auf der anderen Seite),

- ethischen und juristischen Fragen in Zusammenhang mit der Nutzung von Biodiversität,
- technischen Fragen (Suche nach technologischen Instrumenten und Techniken zum Erhalt und zur Nutzung natürlicher Ressourcen),
- sozialen Fragen (z.B. Identifizierung verschiedener Formen der Koexistenz zwischen Mensch und Natur und entsprechender Möglichkeiten, Biodiversität zu konservieren),
- Fragen mit Bezug zu Entwicklungsländern (Information sowie Training von Experten/innen zur Unterstützung und Lancierung von indigenen Initiativen zum Erhalt und zur zukunftsfähigen Nutzung von Biodiversität) sowie
- theoretischen Erkenntnissen zur Evolutions- und Populationsgenetik und ökologischen Theorie.

Die drei inhaltlichen Schwerpunkte des Programmes sind problemorientiert und multidisziplinär angelegt. Zwischen ihnen gibt es zahlreiche Überschneidungen, die von themenübergreifenden Projekten berücksichtigt werden. Die Forschung über biologische Vielfalt in Entwicklungsländern wird soweit wie möglich bei allen Themenschwerpunkten mit eingeschlossen. Zu den Schwerpunkten im einzelnen:

- **Conservation of Biodiversity as a Part of Sustainable Use of Natural Resources:** Zentrales Thema dieses Schwerpunktprogrammes ist die Einschätzung traditioneller Forstpraktiken und die Entwicklung von Alternativen zur Beförderung einer zukunftsfähigen Forstwirtschaft. Unter ökonomischen Gesichtspunkten wird das Verhältnis von Kosten und Effektivität einer ökologisch nachhaltigen Forstwirtschaft und einer biologischen Landwirtschaft untersucht. Darüber hinaus werden Forschungsprojekte zur sozialen Dimension einer zukunftsfähigen Nutzung biologischer Ressourcen sowie zu Auswirkungen der Landnutzung generell auf die biologische Vielfalt gefördert. Im Bereich aquatischer Ökosysteme konzentriert sich das Programm auf die Konservierung der biologischen Vielfalt sowie den in-situ Schutz genetischer Ressourcen.
- **Biological and Socio-economic Aspects of Nature Conservation as Means of Conserving Biodiversity:** In diesem Programmschwerpunkt soll zum einen an geeigneten Methoden zur Bewertung von Aktivitäten zum Erhalt bzw. zur Nutzung von biologischen Ressourcen hinsichtlich ihres Einflusses auf Quantität und Qualität von Diversität geforscht werden. Zum anderen soll geklärt werden, inwieweit Biodiversität monetarisiert bzw. ihr immaterieller Wert beurteilt werden kann. In sozioökonomischen Studien sollen die Idealzustände für eine „Diversitätsvorsorge“ definiert sowie die damit jeweils verbundenen Konsequenzen ermittelt werden. Bei der Programmgestaltung sollen Umweltgruppen sowie die Forstindustrie berücksichtigt werden.
- **Conservation of Genetic Diversity and Biotechnology:** Dieser Schwerpunkt untersucht die Wirksamkeit neuer Methoden wie z.B. der DNA-Technologie zum Erhalt von biologischer Vielfalt sowie deren kommerzielle Anwendung. Dabei ist die Untersuchung der Effektivität sowohl von ex-situ als auch in-situ Methoden eingeschlossen. Die ökonomischen und juristischen Fragestellungen, die im Zusammenhang mit einer wirtschaftlichen Nutzung von biologischen Ressourcen auftauchen sowie Fragen nach dem Nutzungsrecht genetischer Ressourcen sollen hier ebenfalls bearbeitet werden.

Research Programm for the Restoration of Boreal Environments

Dieses seit 1995 laufende Programm der Akademie von Finnland soll die Wissensbasis für die Reparatur von geschädigten bzw. stark beeinträchtigten Umwelten (wie z.B. drainierte Sumpf-/Moorgebiete, stillgelegte Ackerbauflächen, Weideland, stark verschmutzte Areale) sowie für die Wiederherstellung eines ökologisch wertvollen Zustandes dieser Systeme zu verbessern. Die wichtigsten Themen dieses Programmes umfassen Grundlagenfragen der Ökosystemforschung, Entwicklung geeigneter Indikatoren zur Beurteilung der Erholung von Ökosystemen, Untersuchungen zur Festlegung von Renaturierungszielen, zur notwendigen Methodik und zu der Wirksamkeit von Renaturierungsmaßnahmen (Academy of Finland 1995).

Research Programm on Ecological Construction

Dieses 1995 aufgelegte Programm der Akademie Finnlands fördert 11 verschiedene Projekte, in denen Ingenieurwissenschaften, Architektur und Sozialwissenschaften zusammenerbeiten. Die Untersuchungen beziehen sich auf Themen wie „Sozialstruktur und Ökologie“; „Gestaltung von Erd- und Wasserökologie“; „ökologische Baumaterialien und -strukturen“; „Förderung der Holzforschung“; „Lebens- und Konsumgewohnheiten“ (Academy of Finland 1995, S. 35).

Sustainable development Research Programme

Die Wurzeln dieses Programmes liegen im Bericht der Brundtland Kommission von 1987 und den Versuchen dessen Einsichten auf die finnische Situation zu übertragen. Ein dazu veröffentlichtes Dokument „Declaration by the Committee of Environment and Development“ tritt dafür ein, durch die Förderung multidisziplinärer Forschung die Umsetzung von „sustainable development“ zu unterstützen. Gemäß der Philosophie des Programmes bedarf es zur Erfüllung des Konzeptes „sustainable development“ eines tiefgreifenden ökonomischen Strukturwandels, ähnlich der agrarischen und der industriellen Revolution. Im politischen Bereich sei ein derartiger Wandel nur zu erreichen durch „redefinition of interests, rebuilding of institutions, new division of state powers and expansion of international cooperation“ (Academy of Finland 1993, S. 1). Das Forschungsprogramm zielt auf eine umfassende Beschreibung sozioökonomischer und ökologischer Aspekte von Nachhaltigkeit und will wichtige For-

schungsthemen mit Bezug zu nachhaltiger Entwicklung aufzeigen. Das Programm soll den Diskurs im Wissenschaftssystem über nachhaltige Entwicklung voranbringen und über Forschungsthemen, die im Hinblick auf die Realisierung einer nachhaltigen Entwicklung bedeutsam sein könnten, informieren.

Fazit

Nach der UNCED-Konferenz in Rio haben sich die finnischen Aktivitäten zur Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung verstärkt. Dies zeigte sich u.a. in der Berufung der **Finnish National Commission on Sustainable Development** zur Förderung des Nachhaltigkeitskonzeptes in Finnland. Ferner wurde nach Rio das Umweltministerium – das inzwischen inoffiziell als Ministerium für nachhaltige Entwicklung bezeichnet wird – zum zentralen Koordinierungsorgan für nahezu alle politischen Anstrengungen zur Umsetzung der Agenda 21. In seine Verantwortung fällt bspw. die Erstellung des **Finnischen Aktionsplanes zur Biodiversität** und des **Nationalen Aktionsplanes für Sustainable development.**

Die Verfolgung des Zieles nachhaltige Entwicklung sowie eine aktive Zusammenarbeit zwischen Umwelt- und FuT-Politik wird sowohl als Herausforderung als auch als große Chance für die Verbesserung der Leistungsfähigkeit des Innovationssystems und damit für die wirtschaftliche Entwicklung Finnlands verstanden. Das Potential einer auf nachhaltige Entwicklung ausgerichteten FuE wird insbesondere in der Entwicklung von Umwelttechnologien sowie generell der umweltgemäßen Verbesserung der technologischen Effizienz gesehen. Hervorzuheben ist, daß auch von einer stärkeren Berücksichtigung sozialwissenschaftlicher Erkenntnisse und der Einbindung von Nichtregierungsorganisationen in Entscheidungsprozesse ein entscheidender Beitrag zur Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung erwartet wird.

Bemerkenswert erscheint, daß bereits im Vorfeld der Rio-Konferenz die mit der Formulierung eines Forschungsprogrammes, das **Sustainable development Research Programme,** begonnen wurde, mit dem Ziel, einen Dialog über für das Thema „sustainable development“ geeignete ökologische, ökonomische und soziale Aspekte umfassende Forschungsthemen anzuregen und somit zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung beizutragen. Auch die neueren Programme der Finnischen Akademie versuchen vom Ansatz her (problemorientiert, sektorübergreifend, interdisziplinär) Grundlagen- und angewandte Forschung zusammenzuführen. Die Aufgabenstellung der meisten Vorhaben umfaßt obligatorisch die Berücksichtigung sozioökonomischer und kultureller Aspekte.

2.2 Schweden

Allgemeine forschungs- und technologiepolitische Entwicklungen

Die schwedische Regierung hat in den letzten Jahren die Förderung der technischen und naturwissenschaftlichen Forschung in den für die schwedische Wirtschaft wichtigen Bereichen enorm erhöht. Schweden nimmt in den Bereiche Telekommunikation, Pharmazie und Industrieautomation im technologischen Wettbewerb eine Spitzenposition ein (ISA 1996). Etwa 90 % der schwedischen FuE-Ausgaben entfallen auf die zehn größten Unternehmen und mehr als die Hälfte der kommerziellen FuE-Tätigkeiten findet im Fahrzeug- und Maschinenbau statt (Marklund 1996; OECD 1995). Politisch besteht Einigkeit darüber, daß die gute Wettbewerbsposition Schwedens nur durch eine Intensivierung der FuE-Anstrengungen aufrechterhalten werden kann. Dementsprechend hat die Regierung im Jahr 1991 den FuE-Bemühungen einen herausragenden Stellenwert eingeräumt. Durch die Auflösung der sog. Arbeitnehmerfonds wurde die bislang höchste Gesamtinvestition in Forschung und Ausbildung getätigt. Diese Fonds wurden bis 1991 aus Zwangsbeiträgen der Unternehmen gespeist und sammelten während ihres Bestehens ein Kapital von fast 10 Mrd. Skr (2,2 Mrd. DM) an (Bundesstelle für Außenhandelsinformationen 1994b).

Im Bereich der Umweltwissenschaften vollzog sich mit der Neuorientierung der Umweltpolitik eine Wende. Die Umweltpolitik der 60er und 70er Jahre, die durch einen sektorspezifischen Naturschutz charakterisiert war, wurde durch eine vorsorgende, am Ziel eines umfassenden Umweltschutzes orientierte Umweltpolitik abgelöst. In der Umweltforschung verlagerten sich die Forschungsthemen von vorwiegend einzelstofflichen Betrachtungen hin zu eher ökosystemorientierten Untersuchungen mit globalem Bezug („greenhouse effect“, Abbau der Ozonschicht, Meereseutrophierung) (van der Wurff 1992). Alljährlich legt die schwedische Regierung dem Parlament einen Umweltbericht vor. Für das Jahr 1995 wurde hinsichtlich der FuE-Anstrengungen ein größerer Bedarf an interdisziplinärer Forschung und die Notwendigkeit einer stärkeren Konzentration von FuE (auch der Grundlagenforschung) auf wesentliche Forschungsthemen konstatiert. Darüber hinaus wurde der nicht-naturwissenschaftlichen Umweltforschung zum Umweltverhalten und der Lebensstilforschung ein höherer Stellenwert eingeräumt (Dreborg/Wahlström 1996).

Forschungs- und technologiepolitische Ziele

Für ihre zukünftige FuT-Politik hat die schwedische Regierung folgende zentrale Schwerpunkte gesetzt (OECD 1995, S. 109):

- auf strategische Bereiche konzentrierte Forschungsprogramme
- engere Zusammenarbeit zwischen Universitäten und Fachhochschulen einerseits sowie dem Unternehmenssektor und der breiten Öffentlichkeit andererseits
- Verstärkung der Kapazität der Universitäten und Fachhochschulen zur Selbsterneuerung im Forschungsbereich
- substantielle Verstärkung des Forschungspersonals
- Erweiterung der internationalen Zusammenarbeit

Alle drei Jahre wird von der Regierung eine Vorlage für ein Forschungsgesetz eingebracht, in der die Leitlinien der schwedischen FuT-Politik formuliert werden. Bereits im Forschungsgesetz von 1990 ist als Ziel die Einleitung einer nachhaltigen und zukunftsverträglichen Entwicklung genannt. Für deren Verwirklichung wird die Bedeutung interdisziplinärer Forschung und eine systemorientierte Vorgehensweise betont. U.a. wird die Integration technischer, ökonomischer, sozialer, medizinischer und rechtlicher Fragestellungen als Schlüsselelement für „sustainable development“ hervorgehoben. Neben neuen Technologien werden Änderungen in den Lebensgewohnheiten der Menschen als bedeutsame Faktoren in diesem Prozeß gesehen (Kuntze/Pfister 1996). Diese grundsätzliche Leitlinie wurde auch in den folgenden Gesetzen beibehalten.

Das im März 1993 vorgelegte und bis 1996 gültige nachfolgende Gesetz (Drei-Jahres-Rahmenplan) betonte als übergreifendes Ziel die langfristige Sicherung eines konkurrenzfähigen schwedischen „Wissensmilieus“ durch den Ausbau der industrienahen Forschung bzw. Verbundforschung sowie der Unterstützung von FuE-Anstrengungen von Klein- und Mittelbetrieben (Bundesstelle für Außenhandelsinformationen 1994b; OECD 1995). Das neue Forschungsgesetz für die Jahre 1997 bis 2000 hebt die Bedeutung der medizinischen Forschung besonders hervor und soll Maßnahmen zur Weiterentwicklung der interdisziplinären Forschung einleiten. Ferner plant die Regierung, in der neuen Laufzeit, den derzeitigen Förderrahmen für die langfristig angelegte Grundlagenforschung auszudehnen (OECD 1996).

Zentrale Förderprogramme mit Bedeutung für eine nachhaltige Entwicklung

1996 wurde unter der Federführung des **Environmental Protection Board** ein Dokument von einer Arbeitsgruppe mit Vertretern von 13 schwedischen Verwaltungseinheiten aus verschiedenen Ministerien erstellt (R&D for a better environment). Das Dokument besitzt zwar keinen offiziellen Status, doch wird seine Bedeutung für die langfristige Orientierung der schwedischen FuT-Politik als erheblich angesehen. **„R&D for a better environment“** definiert sieben Themenfelder, auf die sich eine an nachhaltiger Entwicklung orientierte FuT-Politik konzentrieren soll (Dreborg/Wahlström 1996, S. 3):

– knowledge for the adaption to sustainable development
– sustainable usage of soil
– Nordic coastal seas
– sustainable cities
– sustainable energy systems
– sustainable transport systems
– sustainable production and consumption

Eine starke politische Berücksichtigung des Leitbildes nachhaltige Entwicklung findet sich zur Zeit im Bereich der Verkehrsplanung und -forschung. Ende 1996 hat der Ausschuß für Kommunikation einen Nationalen Plan vorgelegt, der die Grundlage für eine neue Resolution zur Verkehrspolitik bildet, die 1998 vom Parlament verabschiedet werden soll. Es wurde ein Verbund von elf Agenturen und Organisationen gegründet, der Lösungen für ein „sustainable transport system“ für die nächsten 25–30 Jahre finden soll.

Forschungsaktivitäten zum Thema nachhaltige Entwicklung werden in Schweden vor allem von der Stiftung für strategische Umweltforschung MISTRA getragen (die Stiftung wurde 1994 gegründet und fördert hauptsächlich problemorientierte Forschung). MISTRA verbindet mit ihren Aktivitäten den Anspruch, die potentiellen Anwender, d.h. auch die von den Umweltproblemen Betroffenen, von der Planungsphase an in die Forschung einzubeziehen. Einige der derzeit laufenden insgesamt 16 Programme von MISTRA werden im folgenden genauer vorgestellt (MISTRA 1996, S. 2 ff.).

Programme Food 21 – Sustainable Food Production

Übergreifendes Ziel ist es, Wege für die schwedische Landwirtschaft zu finden, um den Anforderungen einer zukunftsfähigen Ernährungssicherung, d.h. eines hohen Maßes an Umweltvorsorge einerseits und dem Bedarf nach ausreichenden Nahrungsmitteln von hoher Qualität andererseits gerecht zu werden. Das Programm geht davon aus, daß Veränderungen im System der Nahrungsmittelherstellung nicht ohne die Einbeziehung der Erfahrungen von landwirtschaftlichen Produzenten sowie der Berücksichtigung des Konsumverhaltens erreicht werden können. Als Schlüsselakteure des Programmes werden entsprechend Landwirte und Verbraucher angesehen. Das Programm widmet sich u.a. einer detaillierte Untersuchung der ökonomischen und sozialen Dimension einer zukunftsfähigen Landwirtschaft. Die von den Wissenschaftlern vorgeschlagenen Veränderungen und neuen Ansätze in der Agrarwirtschaft werden an drei Modellhöfen geprüft. Das Forschungsprogramm läuft bis Ende 2000.

Swedish Water Management Research Programme: Development of Catchment Based Solutions

Das Programm soll dazu beitragen, Alternativen zur Lösung des Wassermanagementproblems innerhalb eines Einzugsgebietes zu identifizieren. Das gesamte Programm ist von der Idee getragen, daß sowohl Planung als auch nachhaltig zukunftsverträgliche Nutzung einen ganzheitlichen Ansatz benötigen, so daß bei politischen Entscheidungen alle für das gesamte Einzugsgebiet relevanten Belange berücksichtigt werden und mögliche Widerstände und Hindernisse identifizieren werden können. Als wichtiger Aspekt einer nachhaltig zukunftsverträglichen Wassernutzung wird der Erhalt bzw. die Wiederherstellung unbeeinträchtigter Lebensräume für die Lebewesen von Seen, Flüssen und Bächen gesehen. Auf der Grundlage zu entwickelnder konsensfähiger Kriterien für eine nachhaltig zukunftsverträgliche Wassernutzung soll über den Typus sowie den Einsatzort und -zeitpunkt möglicher Handlungsoptionen entschieden werden.

Sustainable Coastal Zone Management

Das Programm beschäftigt sich mit der Möglichkeit eines kosteneffektiven Managements schwedischer Küstengebiete, das sich an einer nachhaltig zukunftsverträglichen Nutzung der Naturvorkommen und an einer Vermeidung weiterer Umweltschäden orientiert. Die Ergebnisse sollen der Umsetzung in die Praxis dienen und daher unter Entscheiungsträgern, dem Unternehmenssektor und entsprechend tätigen Organisationen verbreitet werden. Die Laufzeit des Programmes reicht bis Ende des Jahres 2000.

Smart Windows and New Solar Cells:
The Energy Technology of the Future

Ziel des Programmes ist es, eine solide Wissensbasis zu schaffen, die es schwedischen Unternehmen erleichtert, am industriellen Einsatz der Solarenergietechnologie teilzuhaben – auch im Hinblick auf das Potential dieser Technologie für den internationalen Markt.

Soil Remediation in a Cold Climate

Ziel des Programmes ist es, wissenschaftliche Erkenntnisse sowie geeignete Methoden und Techniken zur Sanierung kontaminierter Böden in kalten Regionen zu gewinnen.

Swedish Regional Climate Modelling Programme

Das Programm will verläßliche regionale Klima-Szenarios für Schweden und die Nordregion für die nächsten 20–100 Jahre als Entscheidungshilfen aufstellen. Auf der Basis existierender – meist globaler – Klimamodelle sollen Modelle für die regionale Ebene als Vorhersage-Instrument für die regionale Veränderung der Wind-, Temperatur-, Niederschlags-, Flußlauf-, Seespiegel- und Meeresverhältnisse entwickelt werden.

Sustainable Transport Systems

Das Programm soll ein handlungsorientiertes Modell für die nachhaltige Entwicklung einer ganzen Region (Öresund) liefern und sich dabei besonders den Bereichen Transport, Besiedelung und Mobilität widmen. Im Rahmen des Vorhabens sollen u. a. die Gründe für die zunehmende Mobilität und den damit verbundenen Anstieg im Transportvolumen sowie Möglichkeiten für eine Beeinflussung dieser Faktoren untersucht werden. Im Hinblick auf den Öresund als Untersuchungsregion ist eine enge Kooperation zwischen dänischen und schwedischen Forschungsaktivitäten geplant. Die Ergebnisse der im Rahmen des Programmes durchgeführten spezifischen Einzelvorhaben sollen in die Formulierung politischer Handlungsoptionen für die Region münden. Die Umsetzung dieser Optionen soll von weiteren Forschungsaktivitäten begleitet werden.

Sustainable Building – An Ecocycle System
in Buildings and Construction

Zweck dieses Programmes ist es, einen Beitrag zur Lösung der mit dem Bauen und mit Gebäuden zusammenhängenden Umweltprobleme zu leisten. Die geplanten Untersuchungen konzentrieren sich auf Lebenszyklusanalysen von Gebäuden. Das Programm endet 1999 und ist in drei inhaltliche Abschnitte unterteilt:

- **sustainable use of resources – the building as a system:** Untersuchung der Materialien und Komponenten von Gebäuden und deren Auswirkungen auf die Umwelt; Entwicklung von Möglichkeiten zur umweltverträglichen Gebäudegestaltung
- **an „ecocycle“ (closed-cycle) approach to materials and components:** Weiterentwicklung der Lebenszyklusanalysen; Überblick über Schadstoffe in Baumaterialien
- **ensuring the introduction of a sustainable approach to building:** Untersuchung der Möglichkeiten und Hindernisse bei der Einführung umweltverträglicher Gebäudegestaltung, besonderes Gewicht auf dem Zusammenspiel von Ökologie und Ökonomie

Paths to Sustainable development – Behaviour, Organizations, Structures

Dieses sozialwissenschaftliche Programm zur Erforschung gesellschaftlicher Randbedingungen nachhaltiger Entwicklung ist in sechs Subprogramme gegliedert, die sich auf die Frage konzentrieren, inwieweit Wissen, Werte und das Involviertsein in soziale Prozesse menschliches Verhalten beeinflussen. Die Themen der Subprogramme sind:

- democracy and sustainable development
- the importance of habits and social motives for ecological behaviour
- sociological aspects of environment and behaviour
- environmental business strategies
- infrastructural systems and societal development from a sustainable perspective

Fazit

Früher als die meisten europäischen Länder hat Schweden seiner umweltorientierten FuT-Politik eine Schwerpunktverlagerung verordnet. So stehen mittlerweile übergreifende, ökosystemare Untersuchungen mit globalem Bezug im Vordergrund, der nicht-naturwissenschaftlichen Forschung wird zur Lösung komplexer Umweltprobleme ein höherer Stellenwert eingeräumt. Auch die Verteilung öffentlicher FuE-Mittel macht deutlich, welcher Stellenwert umweltbezogener und einer im weitesten Sinne am Leitbild „nachhaltige Entwicklung“ orientierten Forschung eingeräumt wird. So werden etwa 10 % der staatlichen FuE-Gelder für umwelt- und „nachhaltige“ Forschung ausgegeben.

Die von MISTRA initiierten Forschungsprogramme zeigen eine Orientierung auch auf übergreifende Fragestellungen und verfolgen den Anspruch einer möglichst umfassenden Einbeziehung der von den Umweltauswirkungen betroffenen Menschen. Darüber hinaus ist in

nahezu allen Programmen die Analyse von Nutzungskonflikten bei der Implementation von Alternativlösungen und die Untersuchung des gesellschaftlichen Bedarfs vorgesehen. Weiterhin wird der Versuch deutlich, natur-, ingenieurs-, sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Inhalte in die Untersuchungsansätze zu integrieren.

2.3 Österreich

Allgemeine forschungs- und technologiepolitische Entwicklungen

Erst gegen Ende der 60er Jahre wurde mit der Verabschiedung des Forschungsfördergesetzes in Österreich die Grundlage für eine koordinierte öffentliche Förderung von Wissenschaft und Forschung sowie die Etablierung staatlicher Forschungseinrichtungen gelegt. Mit den als Folge dieses Gesetzes ins Leben gerufenen zwei Forschungsförderungsfonds, dem **Forschungsförderungsfond für die gewerbliche Wirtschaft (FFF)** und dem **Fond zur Förderung der wissenschaftliche Forschung (FWF),** kann erst im eigentlichen Sinne von einer FuT-Politik in Österreich gesprochen werden. 1970 erfolgte die Gründung eines eigenen **Ministeriums für Wissenschaft und Forschung** (BMWF; seit 1996: Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr, BMWV).

Die FuT-Politik Österreichs gilt als im internationalen Vergleich konzeptionell wenig entwickelt und unterdotiert (Tichy 1990). Als Folge der Forschungspolitik der 80er Jahre, die hauptsächlich auf den Universitätssektor ausgerichtet war, rangiert auch heute noch die FuE-Förderung der Universitäten an erster Stelle. Als vernachlässigt erscheint die anwendungsorientierte Forschung, was neben relativ innovationsschwachen Unternehmen, als ein wichtiger Grund für den Rückstand Österreichs in der Entwicklung technologischer Innovationen anzusehen ist. Die öffentlichen Aufwendungen für FuE orientierten sich in der Vergangenheit kaum an Kriterien des ökonomischen oder sozialen Ertrages (Technologiepolitisches Konzept 1996).

Mit dem Beitritt Österreichs zur EU erfolgte eine Neuausrichtung der FuT-Politik. Orientiert an den Forschungsleitlinien der EU wurde beispielsweise eine konzeptionelle Modernisierung der Forschungsorganisation geplant und initiiert. Zugleich wurden auf nationaler Ebene die regionalen FuE-Einrichtungen erweitert und ausgebaut, wobei insbesondere der Aspekt der Technologieberatung und des Technologietransfers im Vordergrund stand. Die Regierung bemüht sich verstärkt um eine Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen FuE-Institutionen und Industrieunternehmen. Die Fördermittel sollen zukünftig auf einige wenige wirtschaftlich bedeutende Bereiche konzentriert werden, und die internationale Kooperation soll ausgebaut werden (OECD 1995). Zur Förderung des Innovationspotentials der österreichischen Industrie wurden eine „Forschungs- und Technologiemilliarde“ für das Jahr 1997 und zwei weitere Milliarden für Forschung und technologische Entwicklung für die Folgejahre zugesichert, mit denen vor allem die engere Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft und der Ergebnistransfer unterstützt werden sollen (BMWV 1997). Mit einem 1997 gegenüber den Vorjahren zwar gestiegenen Anteil der FuE-Ausgaben am BIP von derzeit ca. 1,5 % – entspricht rund 37 Mrd. öS (5,18 Mrd. DM) – liegt Österreich noch immer unter dem EU-Durchschnitt (BMWV 1997, S. 13 ff.; OECD 1995).

Die Gesamtausgaben des Bundes für FuE für das Jahr 1997 von schätzungsweise 15,5 Mrd. öS verteilen sich zum Großteil auf die Bundesministerien für Wissenschaft und Verkehr (über 70 %) sowie für Gesundheit und Konsumentenschutz (13 %). Dabei kommen der Förderung der allgemeinen Erweiterung des Wissens (ca. 36 %), der Förderung des Gesundheitswesens (22,4 %) sowie der Förderung von Handel, Gewerbe und Industrie (fast 15 %) die größten FuE-Anteile zu. Für eher ökologisch ausgerichtete Fragestellungen aus dem Bereich Umweltschutz und Erd-, Atmosphäre- und Meeresforschung stehen 3,8 % bzw. 6,8 % der FuE-Fördermittel des Bundes zur Verfügung.

Forschungs- und technologiepolitische Ziele

Für die österreichische Regierung steht die „überragende Bedeutung von Forschung und Technologie für die Standortsicherung und den Ausbau der Beschäftigung außer Frage“ (Übereinkommen der Regierungsklausur 1996). Die FuT-Politik Österreichs hat sich zum generellen Ziel gesetzt, die strukturellen Hindernisse für die Forschung abzubauen, die Effizienz der Forschung – d.h. die Qualität ihres Outputs und die Effektivität der eingesetzten Mittel – zu erhöhen und die (technologische) Leistungsfähigkeit der Industrie, auch hinsichtlich ihrer Anpassung an die Bedingungen der internationalen Märkte zu verbessern. Zur Verfolgung dieses Ziels wird auf eine erhöhte FuE-Beteiligung privatwirtschaftlicher Unternehmen, auf die Schaffung günstiger Investitionsbedingungen, den Abbau von Innovationsbarrieren und Hindernissen bei der Technologiediffusion sowie eine Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit im Produktions- und Dienstleistungssektor gesetzt (BMWV 1997; OECD 1996).

Zwei seit 1994 von den Regierungsparteien geschlossene Arbeitsübereinkommen zu Forschung und Technologie betonen den Vorrang von Bildung, Wissenschaft und Forschung als wesentliche Grundlagen für die gesellschaftliche, kulturelle und wirtschaftliche Entwicklung. Die Übereinkommen zielen darauf ab, die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit der nationalen Wirtschaft zu stärken und verstehen sich als Basis zur Entwicklung von FuE-Förderprogrammen sowie von Maßnahmen zur Beschleunigung der Technologiediffusion in die Industrie (BMWV 1997; OECD 1996).

Neue Ansätze einer zukunftsorientierten, strategischen Ausrichtung der österreichischen FuT-Politik finden sich im **Technologiepolitischen Konzept,** das Anfang 1994 im Auftrag der Bundesregierung vom **Österreichischen Institut für Wirtschaftsforschung, vom Österreichischen Forschungszentrum Seibersdorf** und von **Joanneum Research** ausgearbeitet wurde. Seit Mitte 1996 liegt das Konzept als überarbeiteter Experten-Entwurf vor und dient den zuständigen Ressorts, Sozialpartnern

und Fachleuten als Grundlage für die Aufstellung strategischer Leitlinien für die österreichische FuT-Politik. Als zu verfolgende vier Leitstrategien bzw. Handlungsanleitungen zur Verbesserung des nationalen Innovationssystems werden im Expertenentwurf von 1996 (Technologiepolitisches Konzept 1996, S. 74 ff.) genannt:

- **Diffusionsorientierung** (Technologiepolitik zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit auf breiter Basis)
- **Forschungsorientierung** (Technologiepolitik zur Stärkung wissenschaftsbasierter Unternehmen – Transfer Sciences, Änderung von Anreizstrukturen bei außeruniversitärer Forschung)
- **zielgerichtete Technologiepolitik** (stärkere Orientierung an technologischen Clustern bzw. am gesellschaftlichen Bedarf)
- **Orientierung auf Infrastruktur und technologische Standortqualität** (Förderung der immateriellen Infrastruktur, Adressaten: Universitäten, Fachhochschulen, die Institutionen der außeruniversitären Forschung, Technologie-Parks und Technologie-Zentren; Förderung der materiellen Infrastruktur: Schaffung neuer Allianzen zwischen Infrastrukturträgern, Liberalisierung und Ausbau der Telekommunikation)

Förderprogramme mit Bedeutung für eine nachhaltige Entwicklung

Bereits 1991 erarbeitete die österreichische Regierung im Rahmen der Konferenz „ASCEND-21“ eine wissenschaftliche Diskussionsgrundlage für die UN-Konferenz in Rio. Dabei standen die Themenschwerpunkte „Probleme von Umwelt und Entwicklung“, „System Erde aus wissenschaftlicher Sicht“ und „Beitrag der Wissenschaft zu Strategien für Umwelt und Entwicklung“ im Vordergrund. Als Ergebnis dieser Konferenz wurde die Leitidee formuliert, die „Einbindung von Wissenschaft und Technik in eine Politik zur Erreichung aufrechterhaltbarer Entwicklung durch verstärkte Kommunikation und Kooperation sowie bessere Ausbildungs- und Forschungsbedingungen“ zu fördern (BMWF 1993, S. 41). Diese Leitidee sollte in die Gestaltung österreichischer FuT-Politik einfließen mit dem Ziel, Forschungsprogramme dem Leitbild einer sog. „aufrechterhaltbaren Entwicklung“ unterzuordnen und somit die wissenschaftliche Grundlage für eine menschenwürdige und intakte Umwelt zu schaffen.

Die Förderaktivitäten des Forschungsministeriums sind in sog. „Leitschwerpunkten“ organisiert. Dabei handelt es sich um programmatisch klar definierte Bereiche mit hohem Forschungsbedarf, in denen spezifische Forschungsfelder nach Möglichkeit interdisziplinär untersucht werden. Ein wesentliches Merkmal solcher Leitschwerpunkte ist eine starke Orientierung an gesellschaftlich relevanten Fragestellungen und Problemen, für deren Lösung von der wissenschaftlichen Forschung Beiträge erwartet werden. Die Leitschwerpunkte stellen damit eine Ergänzung zu der vom FWF getragenen zweckfreien Grundlagenforschung dar (BMWV 1997).

Was die wissenschaftliche Behandlung umweltorientierter Fragestellungen anbelangt, besteht für das Forschungsministerium die Hauptaufgabe einer verantwortungsvollen und zukunftsorientierten Umweltforschung darin, jene Wissensbasis zu erarbeiten, „die die auf dem Gebiet der Umwelt-, Wirtschafts-, Technologie- und Gesellschaftspolitik notwendigen Weichenstellungen hinsichtlich eines „sustainable development“, einer langfristigen Erhaltung der natürlichen Lebens- und Wirtschaftsgrundlagen ermöglicht. Es ist somit insbesondere die Wissenschafts- und Forschungspolitik als zentraler Faktor für die angezogene positive Entwicklung unseres Landes aufgerufen, ihren Beitrag zu leisten, die Rahmenbedingungen für eine dem anstehenden Problem gerecht werdende Forschungstätigkeit günstig zu gestalten und die strategischen, konzeptiven sowie koordinativen Tätigkeiten an dem von seiten der Öffentlichkeit formulierten Bedarf zu orientieren“ (BMWF 1993, S. 19).

Die umweltbezogene Forschung konzentriert sich auf zwei Hauptstränge, innerhalb derer Leit- bzw. Arbeitsschwerpunkte festgelegt sind (vgl. BMWF 1993, S. 20):

- ökologische Forschung im engeren Sinn (erfolgt verstärkt nach Richtlinien der Ökosystemforschung)
- umweltrelevante Technologieentwicklung und Technikbewertung

Im folgenden werden exemplarisch zwei der Leitschwerpunkte, die im Hinblick auf eine nachhaltige Ausrichtung der Forschungspolitik als besonders relevant erscheinen, skizziert.

Leitschwerpunkt „Zukunftsfähige Energie- und Umwelttechnologien“

Der Schwerpunkt baut auf den langfristigen Forschungsaktivitäten der Ressorts zum Thema Energie und Umwelttechnik auf. Im Zentrum des Forschungsinteresses stehen die Fragen, wie und welche Energie- und Umwelttechnologien eine entscheidende Funktion bei der Entwicklung einer zukunftsfähigen, ökologisch orientierten Wirtschafts- und Lebensweise ausüben und welche Maßnahmen zur effektiven Umsetzung beitragen könnten. Dabei wird auch eine Bewertung der Technologien unter sozioökonomische Aspekten vorgenommen. Thematisch sind dem Leitschwerpunkt die folgenden drei Forschungsfelder zugeordnet (BMWV 1997):

- **Technologiebezogene Umweltforschung:** Seit der Implementierung des Forschungskonzeptes „**Umwelttechnik“** im Jahr 1989 werden bei der Behandlung von Fragestellungen aus den Themenfeldern Abfall, Wasser, Luft, Lärm und Boden prioritär FuE-Projekte zu abfall- und emissionsvermeidenden Verfahren und Strategien („Vorrang für präventive Umwelttechnologien“) gefördert. Die geförderten Projekte dienen nicht allein der Technikentwicklung, sondern beschäftigen sich auch mit den Möglichkeiten, geeignete Methoden und Instrumente für die Auswahl und optimale Anwendung effizienter Abfall- und Emissionsvermeidungsmaßnahmen bzw. entsprechender Technologien zu finden. Unterschieden wer-

den dabei verfahrensspezifische Zugänge (cleaner production) und produktspezifische Zugänge („Nachhaltige Produktentwicklung“ bzw. „clean product“).

Eines der bedeutendsten Vorhaben im Bereich **cleaner production** war der österreichische Beitrag (in Kooperation mit dem Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie sowie dem Innovations- und Technologiefonds) zum internationalen EUREKA-Projekt PREPARE, der 1995 abgeschlossen wurde. Der im Rahmen des Projektes erarbeitet Ansatz umweltverträglicher und ressourcenökonomischer Gestaltung von Produktionsprozessen führte in fast allen am Projekt beteiligten Betrieben zu einer Steigerung der Ressourceneffizienz und somit zu betriebswirtschaftlichen Vorteilen. Er wurde und wird derzeit im Rahmen weiterführender Forschungen fortentwickelt, ist mittlerweile auch in mehreren kommunalen Programmen aufgegriffen und in 7 Bundesländern im Rahmen regionaler PREPARE-Programme umgesetzt worden. Das im PREPARE-Projekt ermittelte methodische Repertoire steht der interessierten Öffentlichkeit (Behörden, Betriebe, Berater/innen) in Form von sog. PREPARE-Toolkits, eines PREPARE-Ausbildungscurriculum, beispielhaften PREPARE-Lösungen und EDV-Programmen zur Unterstützung von Umweltmanagmentsystemen zur Verfügung.

Ein weiteres Ergebnis des Programmes ist das in Graz gegründete **„Informationszentrum für umweltgerechte Produktion“,** das u.a. Schulungen und Analysen zur Konzeption betrieblicher Clean Production Projekte durchführt (BMWV 1997, S. 61). Zur nachhaltigen Produktentwicklung („clean product“) wurde 1993 das Forschungskonzept ECODESIGN aufgelegt. Es war in die österreichischen PREPARE-Aktivitäten eingebunden.

Ein im Rahmen der Bund-Bundesländerkooperation gemeinsam mit dem Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie getragenes weiteres Forschungsprojekt **„FuE-Bedarf für den Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich“** soll die grundlegenden Erfordernisse einer technologiebezogenen Nachhaltigkeitsforschung ermitteln helfen.

- **Energieforschung:** Im Energieforschungskonzept der Bundesregierung liegen die Prioritäten im Bereich der Energieeinsparung und der erneuerbaren Energiequellen. FuE-Vorhaben zur Energieeinsparung und ihren Begleittechnologien umfassen Entwicklungen und Möglichkeiten zur Verbesserung der Erzeugung, des Transportes, der Speicherung und der Verwendung elektrischer Energie. Im Bereich erneuerbarer Energieträger wurde besonderes Augenmerk auf die energetische Verwendung von Biomasse und die aktive und passive Solarenergienutzung gelegt. Bei der Erforschung und Entwicklung von solaren Niedrigenergiehäusern spielten neben dem Ziel der drastischen Energieverbrauchsreduktion auch psychologische (z. B. Behaglichkeit) und ökologische (z. B. Toxizität, Wiederverwertbarkeit) Kriterien eine Rolle. Als Beitrag für eine zukunftsfähige (nachhaltige) Gesellschafts- und Wirtschaftsentwicklung will die österreichische Energieforschung zusätzlich zu technologischen und mikroökonomischen Kriterien verstärkt auch ökologische, volkswirtschaftliche und soziale Gesichtspunkte beachten und setzt sich daher zunehmend mit Umsetzungs- und Verbreitungsprozessen auseinander (BMWV 1997).

- **Verkehrsbezogene Umweltforschung im Rahmen der Energie- und Umwelttechnikforschung:** Die hier verfolgten technologischen FuE-Aktivitäten umfassen Untersuchungen zu den Möglichkeiten des Einsatzes von Biosprit, zu Brennstoffzellen- und Batterieentwicklung sowie die Entwicklung eines Hybridfahrzeuges. Grundsätzlich wurde und wird versucht, die Forschungsprojekte nicht „technologiefixiert“ sondern vermehrt „problemorientiert“ anzulegen. Darüber hinaus wurde bei der Schwerpunktsetzung auf Kompatibilität mit bestehenden umwelt- und verkehrstechnologischen Zielsetzungen (u. a. zu den verkehrspolitischen Leitlinien aus dem Gesamtverkehrskonzeptes des österreichischen Nationalen Umweltplanes) geachtet. Als Folge dieser Neuorientierung mit dem Ziel der Verkehrsvermeidung und Verkehrsverlagerung wurden verschiedene Projekte definiert, die sich mit dem Gesamtsystem „Verkehr“ auseinandersetzen und zukünftige Anforderungen verstärkt berücksichtigen (z. B. CarSharing, Ökobonus, Autofreier Tourismus; BMWV 1997, S. 64).

Leitschwerpunkt „Nachhaltige Entwicklung österreichischer Kulturlandschaften (Kulturlandschaftsforschung)“

Das Programm soll einen Beitrag zur Aufklärung der ökonomischen, politischen, technologischen und gesellschaftlichen Ursachen des zunehmenden Umwelt- und Landschaftsverbrauch und der damit verbundenen Erosion von Natur- und Kulturgütern leisten und Problemlösungen erarbeiten. Der Leitschwerpunkt „Nachhaltige Entwicklung von Kulturlandschaften“ wurde von über 200 Wissenschaftlern in Zusammenarbeit mit verschiedenen Bundes- und Landesressorts konzipiert. Auf der Grundlage eines im Jahr 1992 erstellten Strategiepapieres wurde das Forschungskonzept in interdisziplinären Projektgruppen ausgearbeitet und wird im Rahmen konkreter und räumlich klar definierter Fallstudien (vorzugsweise in Problemregionen) realisiert.

Mit der räumlichen bzw. regionalen Umsetzung des Konzeptes der Nachhaltigkeit sind folgende zentrale Forschungsaufgaben verbunden (BMWF 1993, S. 26):

– länderübergreifende Kulturlandschaftstypisierungen auf naturräumlicher Basis anhand international abgestimmter Methoden

– Erstellung eines Instrumentariums zur Definition von Entwicklungsleitbildern für bestimmte Kulturlandschaften (Regionen)

– Ausarbeitung von Methoden (Modelling, Expertensysteme) und Maßnahmepaketen zur leitbildorientierten Kulturlandschaftsentwicklung

– Entwicklung integrierter Monitoring-Systeme mit ökologischen, wirtschaftlichen, gesellschaftlichen, technologischen und politischen Parametern als Vor-

aussetzung für die umfassende Kontrolle der jeweiligen Veränderungen der betrachteten landschaftlichen Einheit

– Etablierung eines europäischen Netzwerkes „Kulturlandschaftsforschung“

Insbesondere in diesem Leitschwerpunkt wird die Notwendigkeit gesehen, neue, von einem ganzheitlichen und interdisziplinären Ansatz her gedachte Wege und Methoden bei der Forschungstätigkeit zu verfolgen. Als Voraussetzungen dafür werden genannt:

– die Harmonisierung der Bewertungssysteme unterschiedlicher Fachbereiche (Ökologie, Raumplanung, Soziologie, Wirtschaft)

– die prioritäre Behandlung der landschaftsrelevanten Aspekte bei allen wissenschaftlichen Teilprojekten

– die Fokussierung der wissenschaftlichen Arbeiten auf die ökologische Funktionsfähigkeit einer landschaftlichen bzw. räumlichen Einheit

Aufbauend auf den in den einzelnen Forschungsfeldern (Indikatoren der Nachhaltigkeit; Sicherung der Biodiversität und Lebensqualität; Genese, Wandel und Wahrnehmung der Kulturlandschaft; Multifunktionalität und Nutzungskonflikte; Regionale und überregionale Umsetzung) erarbeiteten wissenschaftlichen Ergebnissen sollen in Interaktion mit den Betroffenen interdisziplinär Konfliktlösungsstrategien und Handlungsoptionen erarbeitet werden. Im Vordergrund steht dabei das Ziel, die regionale wirtschaftliche Eigenständigkeit durch die Nutzung des vorhandenen Potentials und unter Berücksichtigung der landschaftsökologischen Tragfähigkeit weiterzuentwickeln. Um potentielle Finanzierungspartner auf Landesebene einzubinden und um eine effiziente Kooperation im Rahmen der EU-Regionalförderungsmaßnahmen zu erreichen, wurde ein Regionenwettbewerb geplant. Die hier verfolgten innovativen Konzepte für eine nachhaltige Regional- und Kulturlandschaftsentwicklung werden durch entsprechende Forschungsprojekte begleitet und evaluiert (BMWV 1997).

Fazit

In der österreichischen FuT-Politik liegt die Betonung auf dem Beitrag von FuE zur wirtschaftlichen Standortsicherung und zum Ausbau der Beschäftigung. FuT-Politik soll langfristig stärker am gesellschaftlichen Bedarf ausgerichtet werden.

In der Nachbereitungsphase des Rio-Prozesses hat Österreich, als Beitrag zur Entwicklung einer nachhaltigen Entwicklung, im Oktober 1995 einen **Nationalen Umweltplan (NUP)** als ökologische Leitlinie für Österreich vorgelegt. Dieser Umweltplan hat schon in seiner Entstehung wesentlich dazu beigetragen, die gesellschaftliche Diskussion um Nachhaltigkeit und in Österreich zu intensivieren. Bislang scheint der Umweltplan, der u. a. die Durchführung eines Forschungsprogrammes zur nachhaltigen Verkehrs- und Wirtschaftsentwicklung vorsieht, keine direkten Auswirkungen auf die Ausrichtung der FuT-Politik gehabt zu haben. Es lassen sich aber eine Reihe parallel zur Entwicklung des Umweltplanes entstandene FuT-Programme identifizieren, die sich am Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung orientieren. Positiv herauszustreichen ist in diesen Vorhaben der interdisziplinäre Zugang sowie der z. T. problemorientierte Zuschnitt der Projekte. Deutlich ausgeprägt ist dies im Leitschwerpunkt „Nachhaltige Entwicklung österreichischer Kulturlandschaften“. Interessant erscheint dabei auch der Versuch, die Umsetzung der wissenschaftlichen Erkenntnisse aus verschiedenen Programmvorhaben auf regionaler Ebene in Fallstudien zu prüfen, die Perspektiven verschiedener Disziplinen wie Ökologie, Raumplanung, Soziologie und Ökonomie zusammenzubringen und die in allen Phasen der Programmvorhaben (von der Planung bis hin zur Durchführung) vorgesehene Einbeziehung der relevanten gesellschaftlichen Gruppen.

V. Das niederländische DTO-Programm

1. Entstehung und Kontext des Programmes

Das niederländische Programm zur nachhaltigen Technologieentwicklung **Duurzame Technologische Ontwickeling (DTO)** kann als ein von der Zielsetzung und Methode her herausragender Ansatz zur Transformation der Technologiepolitik unter der Perspektive der nachhaltigen Entwicklung angesehen werden. In keinem anderen Land findet sich ein vergleichbarer Ansatz, der sich explizit der Entwicklung nachhaltiger Innovationen widmet und dabei auch vom Verfahren der Programmabwicklung her versucht, neue, der Durchsetzung nachhaltiger Innovationen zuträgliche Wege zu beschreiten.

Für die Genese und Ausrichtung des DTO-Programmes ist der 1989 in den Niederlanden verabschiedete Nationale Umweltplan (NEPP) von wesentlicher Bedeutung gewesen. Zwar ist das DTO-Programm nicht als direkte institutionelle Folge des NEPP zu verstehen, es entstand aber als spezifische forschungspolitische Antwort auf die im NEPP formulierten Ziele und Aufgaben.

Mit dem NEPP ist es in den Niederlanden gelungen, das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung in einem breiten gesellschaftlichen Konsens zu verankern. Durch die Organisation der Erstellung des Umweltplanes als konsultativem Prozeß unter Beteiligung eines breiten Spektrums gesellschaftlicher Gruppen (von der Industrie bis hin zu Umwelt- und Verbrauchergruppen) konnte eine hohe gesellschaftliche Aufmerksamkeit für das Ziel nachhaltige Entwicklung und eine breite gesellschaftliche Akzeptanz der im NEPP formulierten Ziele erreicht werden (Schellemann 1997).

Ziele des NEPP sind eine massive Reduktion von Emissionen (um 70–90 % bis 2010), eine rationelle Energienutzung, eine wesentliche Zunahme des Recyclings und eine signifikante Abnahme der Verwendung nichterneuerbarer Rohstoffe, die technisch und organisatorisch durch Schließung der Stoffkreisläufe, Energieeinsparungen und die qualitative Verbesserung von Produkten und Produktionsprozessen erreicht werden sollen. Dabei bezieht sich der NEPP, was die notwendigen technischen Innovationen angeht, auf die existierenden Programme zur Förderung der Umwelttechnik der an der Formulierung des NEPP beteiligten Ministerien. Da die anspruchsvollen Ziele des Umweltplanes aber nur zu einem geringen Teil mit Innovationen erreichbar sein werden, die bereits heute in der Entwicklung befindlich sind, verweist der Umweltplan auch auf die Notwendigkeit einer grundsätzlichen Umorientierung der Forschungspolitik. Durch die Setzung von Umweltstandards und Grenzwerten, aber auch durch die Stärkung des Leitbildes nachhaltige Entwicklung in den Universitäten und den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen der Unternehmen sollen Forschung und Entwicklung insgesamt auf das Leitbild hin ausgerichtet werden (NEPP 1989, S. 163 ff. und 173).

Der nationale Umweltplan hat zu einer Reihe von Aktivitäten im Feld der Umweltpolitik und der Umwelttechnologien geführt. So sind freiwillige Vereinbarungen mit einer Reihe von industriellen Sektoren zur Erreichung der Umweltziele abgeschlossen worden (z. B. mit der chemischen Industrie, der Bauindustrie und der Verpackungsindustrie). Auch im Bereich der Landwirtschaft wurde unter Beteiligung der relevanten Verbände ein Plan zur Einführung nachhaltiger landwirtschaftlicher Produktionssysteme entwickelt. Insbesondere im Bereich der Umwelttechnologie kam es zu einer ressortübergreifenden Formulierung von Umwelttechnologiemaßnahmen, die über den engeren Bereich von Forschung und Entwicklung hinaus auch Wissenstransfer sowie Bildung und Erziehung einschließen und an denen das Landwirtschaftsministerium, das Bildungsministerium, das Verkehrs- und das Wirtschaftsministerium beteiligt sind (Schellemann 1997, S. 13 f.).

Unter einer Vielzahl der von unterschiedlichen Ministerien im Anschluß an den NEPP aufgelegten Programmen im Bereich der Umwelttechnologie und Umweltforschung kann als das aktuell bedeutendste Forschungsprogramm das Programm **Economy, Ecology and Technology (EET)** genannt werden, das vom Wissenschafts- und vom Wirtschaftsministerium getragen wird (vgl. Schellemann 1997, S. 31 ff.). Ziele des Programmes sind:

- die Beförderung eines nachhaltigen ökonomischen Wachstums durch die Entwicklung kosteneffektiver neuer marktfähiger Technologien, die zukünftigen umweltpolitischen Erfordernissen entsprechen
- die Realisierung praktischer Lösungen für ökologische Probleme in einer Reihe von ausgesuchten Bereichen (z. B. Wasserwirtschaft, Entsorgung, Energie und Verkehr)
- strukturelle Verbesserungen im Bereich von Forschung und Entwicklung und Verbesserung der Kooperation zwischen Industrie und Wissenschaft.

Das Programm fördert ausschließlich kooperative Projekte (Verbundprojekte). Mindestens ein beteiligter Partner muß ein Industrieunternehmen sein. Das Programm hatte 1997 ein Budget von 40 Mio. Gulden zur Verfügung.

Neben diesem und anderen eher konventionellen Förderprogrammen erfüllt das DTO-Programm eine besondere Funktion. Die Aussagen des Umweltplanes zu den für eine nachhaltige Entwicklung erforderlichen Innovationsanstrengungen wurden vom Umweltministerium mit der Zielsetzung aufgegriffen, die niederländischen FuE-Programme zur Entwicklung von Umwelttechnologien, die auf die Förderung kurz und mittelfristig implementierbarer Entwicklungslinien setzen (wie z. B. EET), um ein Programm zu ergänzen, das sich an einem langfristi-

gen Zeithorizont orientiert. Aus diesen Überlegungen heraus entstand die Initiative zur Entwicklung des DTO-Programmes. Der im Umweltministerium mit der Formulierung beauftragte spätere Direktor des DTO-Programmes richtete wegen des ressortübergreifenden Charakters der Aufgabe eine interministerielle Vorbereitungsgruppe ein, die die Ressorts Umwelt, wirtschaftliche Angelegenheiten, Wissenschaft und Kultur, Verkehr und Wasserstraßen sowie Landwirtschaft umfaßte. Schon in dieser Phase fanden Gespräche mit Vertretern der Industrie und Wissenschaft statt, um Schlüsselakteure für die Unterstützung des Programmes aus diesen Bereichen zu identifizieren.

Ausgehend von der Annahme, daß für eine nachhaltige Entwicklung technische Effizienzsteigerungen hinsichtlich Emissionsvermeidung und Ressourceninput um wenigstens den Faktor 10 nötig seien und daß dies nicht mit den aktuell verfolgten Linien der Technikentwicklung zu erreichen sei (Jansen 1996), sollten grundlegend neue technologische Entwicklungslinien angestoßen werden, um eine Erhöhung der Umwelteffizienz (bezogen auf die Materialintensität, d. h. Quantität des Stoffaustausches) bis zum gewählten Bezugsjahr 2040 um einen Faktor zwischen 5 und 50 realisieren zu können (Tabelle 1). Orientiert an diesem, den Vorgaben des NEPP entsprechenden Ziel- und Zeithorizont, unterscheidet das DTO-Programmbüro „nachhaltige Technik“ von „Umweltschutz-Technik“ und „Umwelttechnik“.

Tabelle 1

Verschiedene technische Entwicklungslinien und deren Umwelteffizienz

Entwicklungslinien	Umweltschutztechnik	Umwelttechnik	Nachhaltige Technik
Implementationszeit	5 a	5–20 a	> 20 a
Umwelteffizienz	Faktor 1,3–1,5	Faktor 1,5–5	Faktor 5–20
Status	läuft voll	auf dem Weg	zu lancieren

Quelle: ISOE 1997, S. 8, nach einer Darstellung des DTO-Programmbüros

Ausgangspunkt der Überlegungen zur Umwelteffizienz war das in den Niederlanden von Friends of the Earth entwickelte Umweltraum-Konzept, das, orientiert an einer intendierten Gleichverteilung der verfügbaren globalen Ressourcen, diese auf die heutige und die künftige Weltbevölkerung aufteilt. Dieser Ansatz wurde im DTO-Programm in das Konzept der technischen Umwelteffizienzerhöhung übersetzt. Dies stellt aus der Sicht des Programmbüros keine Vorentscheidung gegen eine Berücksichtigung auch kultureller und gesellschaftlicher Innovationen (Veränderung von Konsum und Nutzungsmustern, Suffizienz) dar. Da Technik immer kulturell und organisatorisch-ökonomisch eingebettet sei, geht das DTO-Programm von einem Zusammenwirken von Technik mit Kultur und ökonomischen und Strukturen aus. Die Konzentration auf Technik soll sozusagen als Ausgangspunkt einer gesellschaftlichen Entwicklung in Richtung Nachhaltigkeit dienen.

2. Organisation und Ziele des Programmes

Das DTO-Programm versteht sich nicht als FuT-Programm im eigentlichen Sinne, sondern kann zum einen als eine Art Meta-Forschungsprogramm gesehen werden, das darauf abzielt, die Methoden zu untersuchen, mit denen sich die beabsichtigten und für eine nachhaltige Entwicklung notwendigen „großen Sprünge“ in der Technikentwicklung erzielen lassen. Zum anderen versteht sich das Programm als „Stimulations- und Demonstrationsprogramm“, das Ziele und Möglichkeiten nachhaltiger Technikentwicklung vor allem bei den für FuE relevanten Akteuren aus Wissenschaft und Industrie, aber auch in der allgemeinen Öffentlichkeit verankern soll, um so selbstorganisierte „nachhaltige“ Innovationsprozesse in Gang zu setzen.

Im wesentlichen geht es darum, anhand konkreter Beispiele sowohl die Möglichkeit als auch die Richtung einer nachhaltigen Technikentwicklung zu illustrieren. Die Praktikabilität und der Nutzen des Leitbildes nachhaltige Entwicklung als neues Paradigma der Technikentwicklung soll demonstriert werden. Hierbei will das Programm als „Katalysator“ wirken. Da die Entwicklung nachhaltiger Technik als langfristiger Prozeß angesehen wird, zielt das Programm in erster Linie darauf ab,

- Wirtschaft, Großforschungseinrichtungen und Hochschulen in die Lage zu versetzen, erste Erfahrungen in diesem Suchprozeß zu machen und neue Netzwerke zwischen den relevanten Akteuren anzuregen,
- sowie Wege nachhaltiger Technikentwicklung mit Hilfe von „Illustrationsprozessen“ zu erkunden. Dabei steht die Betrachtung unter technisch-ökonomischen Aspekten der Machbarkeit im Vordergrund (Jansen 1996).

Das Erfolgskriterium des Programms wird schon wegen seiner im Vergleich zum Zielhorizont kurzen Laufzeit von 5 Jahren nicht in der erfolgreichen Entwicklung nachhaltiger Technik, sondern in der Übernahme und Weiterentwicklung von Untersuchungsergebnissen durch Unternehmen, gesellschaftliche Organisationen, Forschungseinrichtungen und die Regierung gesehen.

Das Programm startete am 1. Januar 1993 mit einem Gesamtbudget von 25 Mio. Dfl., die im wesentlichen aus Mitteln der fünf beteiligten Ministerien bereitgestellt wurden (siehe Tabelle 2 Seite 37).

Nicht enthalten in diesem Budget ist die Finanzierung von sog. „illustrativen Prozessen“, die beispielhaft 15 mögliche nachhaltige Technologieentwicklungslinien beschreiben sollen (s. u.). Diese werden z. T. von den Ministerien zusätzlich finanziert; hierfür werden aber auch Gelder von der Privatwirtschaft (z. T. auch

Tabelle 2

Finanzierung des DTO-Untersuchungsprogramms pro Jahr

Ministerien	Grundfinanzierung für Büro (in Dfl./a)	Mittel für Projekte (in Dfl./a)
Umwelt............	400 000	2 Mio.
Landwirtschaft .	200 000	500 000
Verkehr	200 000	460 000 (Wasser) + 400 000 (Verkehr; indirekt)
Wirtschaft.........	keine	nach Bedarf (ca. 1 Mio. Dfl./a)
Forschung.........	200 000	keine

Quelle: ISOE 1996, S. 14, nach Interview Jansen 14. Februar 1997

Gebietskörperschaften) eingeworben. Die finanzielle Beteiligung von Akteuren des Innovationssystems dient als Indikator dafür, daß ökonomisch relevante Entwicklungsprozesse ausgewählt wurden, sowie als Zeichen der Bereitschaft gesellschaftlicher Akteure, Gedanken aus dem DTO-Programm in eigene FuE-Aktivitäten zu übernehmen. Konkrete Ziele bis zum Abschluß des Programmes am 1. Januar 1998 waren:

- Bestätigung der Machbarkeit und politischen Glaubwürdigkeit des DTO-Prozesses;
- Konkretisierung von etwa fünfzehn Beispielen für die Umsetzung nachhaltiger Technik in Illustrationsprozessen;
- für acht dieser Untersuchungsrichtungen sollten spezielle FuE-Programme für die nächsten fünf Jahre aufgestellt werden;
- drei dieser acht speziellen FuE-Programme sollten Akzeptanz bei potentiellen Innovatoren gewonnen haben.

Organisatorisch wird das Programm von drei Gremien getragen, einer **Lenkungsgruppe,** die sich aus Vertretern, der fünf beteiligten Ministerien zusammensetzt, einer **Beratungsgruppe** externer Experten und dem mit der Durchführung des Programmes betrauten **Programmbüro.**

Die Lenkungsgruppe

Die interministerielle Lenkungsgruppe **(Beheergroep)** legt die politischen Grundlinien der Untersuchungsarbeit für das Programmbüro fest. Vorsitzender dieser Gruppe ist der Direktor für Umwelttechnik des Umweltministeriums. Die Vertreter der Ministerien gehören dort jeweils zur mittleren Leitungsebene und wurden aus den folgenden Abteilungen delegiert: Strategieabteilung im Umweltministerium, Abteilung Wissen und Wissenschaft im Landwirtschaftsministerium, Umweltabteilung im Wirtschaftsministerium, Forschungsabteilung im Verkehrsministerium und Innovationsförderungsabteilung im Wissenschaftsministerium.

Die Beratungsgruppe

Die zehnköpfige Beratungsgruppe **(Klankbordgroep)** soll eine Verbindung zu Industrie, Wissenschaft und weiteren gesellschaftlichen Gruppen gewährleisten. Die Klangbordgroep versteht sich aber nicht als Repräsentationsorgan, sondern als Gruppe von Experten, die Anregungen zu den Illustrationsprozessen geben sollen. Die Klankbordgroep hatte 1997 folgende Mitglieder: einen ehemaligen Generaldirektor des Wissenschaftsministeriums (Vorsitz), einen Manager aus der Bauindustrie, den Aufsichtsratsvorsitzenden der niederländischen Energieversorgungsunternehmen, den ehemaligen Direktor des Shell-Forschungslabors in Amsterdam, vier Hochschullehrer (ökonomische Innovationsforschung, Technikforschung, Landbauwissenschaften, Verkehrsforschung) und eine unabhängige Beraterin für Energie- und Umweltfragen. Letztere wird zwar – auch in der Wahrnehmung von eng am DTO-Prozeß Beteiligten – als Vertreterin von NGOs wahrgenommen; in die Gruppe wurde aber kein Mitglied aus einem Verbraucher- oder Umweltschutzverband aufgenommen. In diesen Organisationen habe – so das Programmbüro – niemand identifiziert werden können, der aufgrund eines Verständnisses für Innovationsvorgänge gut in die Gruppe paßte und für eine reine Beratungsfunktion in Frage gekommen wäre.

Das Programmbüro

Das Programmbüro leitet das Untersuchungsprogramm, wählt die zu untersuchenden Entwicklungslinien aus, vergibt die spezifischen Aufträge an Forschungs- und Beratungseinrichtungen, faßt deren Ergebnisse zusammen, bewertet diese und stellt sie der Beheergroep, der Klankbordgroep und speziell ausgewählten Netzwerken vor (im Rahmen von Pressearbeit auch der allgemeinen Öffentlichkeit). Ein Großteil der Grundfinanzierung fließt in die Öffentlichkeitsarbeit: 1997 wurden etwa 600 000 Dfl für Kommunikation ausgegeben. Bei der Organisation wurde Wert auf die Unabhängigkeit des Programmbüros gegenüber der Regierung gelegt. Das Büro wurde deshalb bewußt nicht bei einem der beteiligten Ministerien, sondern im Delfter Komplex der niederländischen Forschungs- und Technologieeinrichtung TNO angesiedelt. Im Programmbüro sind (über die Jahre schwankend) etwa zehn bis 15 Personen angestellt; davon sind etwa 70 % Wissenschaftler (einschl. Ingenieure). Hier ist fachlich ein starker Überhang an Chemikern festzustellen; außerdem arbeiten im Büro von Beginn an Agrarwissenschaftler, während Sozialwissenschaftler weitgehend fehlen. In der abschließenden Phase, in der es verstärkt um Kommunikationsprozesse geht, sind allerdings Psychologen und Kommunikationswissenschaftler hinzugekommen.

3. Methode

Das DTO-Programm fußt nicht auf einer neuen, nicht schon in anderen Kontexten erprobten Methode. Es stellt aber in der Kombination verschiedener Verfahren im Hinblick auf das Ziel, neue, nicht unmittelbar aus der

Weiterentwicklung vorhandener Technologielinien ableitbare, auf einen weiten Zeithorizont hin angelegte Innovationsprozesse in Gang zu setzen, einen innovativen Weg in der Forschungs- und Technologiepolitik dar.

Das Vorgehen des Programmes umfaßt im wesentlichen die folgenden Schritte: auf der Basis von **Bedürfnisfeldanalysen,** die Aufschluß darüber geben sollen, welche Bedürfnisse im Jahr 2040 in verschiedenen Bedürfnisfeldern bestehen und wie sie nachhaltig befriedigt werden können, werden in einem sogenannten **Back-casting-Verfahren** geeignete Beispiele für Technologien ausgewählt, die eine nachhaltige Befriedigung dieser Bedürfnisse gewährleisten könnten. Diese werden in **Illustrationsprozessen** hinsichtlich der technologischen und ökonomischen Bedingungen ihrer Realisierbarkeit untersucht. Für einen Teil dieser illustrierten Technologielinien sollen dann konkrete FuE-Programme erarbeitet und ihre Implementierung vorbereitet werden.

- Die Orientierung der Technologieentwicklung an **Bedürfnisfeldern** entspricht dem auch von der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages geforderten Perspektivenwechsel, der mit der Orientierung von Wirtschaft, Gesellschaft auf nachhaltige Entwicklung hinsichtlich der Innovationspolitik als nötig erachtet wird: „Die entscheidenden Innovationen liegen nicht mehr primär in der isolierten Verbesserung einzelner Produkte und Technologien, sondern in der Nachhaltigkeit der Befriedigung von Bedürfnissen in den Bereichen Bauen, Wohnen, Ernährung, Arbeit, Bekleidung, Bildung, Mobilität, Freizeit usw.“ (Enquete-Kommission 1997, S. 166). Auch das DTO-Programm geht davon aus, daß die Formulierung von Ideen für eine „nachhaltige“ Forschung und Technik, eine Analyse zukünftiger Bedürfnisse erfordert. Solche Analysen wurden für die Sektoren Ernährung, Wohnen, Mobilität und Chemie durchgeführt. Für jeden dieser Sektoren wurde eine Vision entwickelt, welche Bedürfnisse im Jahr 2040 (Chemie: 2050) bestehen und wie diese nachhaltig befriedigt werden können. Dazu wurden jeweils mehrere Workshops für die einzelnen Sektoren durchgeführt, auf denen, z. T. auf der Basis einer von externen wissenschaftlichen Beratern angefertigten Analyse, mit Experten Visionen erörtert oder erarbeitet wurden. Die eingeladenen Experten und Meinungsführer stammten im wesentlichen aus Politik, Wirtschaft und Forschung (vgl. Programmabureau IOP/DTO 1995 und 1996). Vertreter von gesellschaftlichen Gruppen, wie z. B. Umwelt- und Verbraucherorganisationen, wurden hierbei nicht gezielt berücksichtigt.
- Im **Back-casting-Verfahren** wird „zurückblickend“ von der Zukunftsvision ein Weg in die Gegenwart extrapoliert. Es werden die verschiedenen (technischen) Schritte abgegrenzt, die aufeinander folgen müssen, um die Zukunftsziele zu erreichen. Auf diese Weise werden im Back-casting „Trajektorien“ ermittelt, mit denen der gewünschte zukünftige Zustand erreichbar sein könnte. Mögliche Hindernisse und Herausforderungen in kultureller, organisatorischer, ökonomischer, technischer und ökologischer Hinsicht, die mit diesen Lösungsmöglichkeiten verbunden sind, werden mit Hilfe weiterer Expertenrunden identifiziert (ISOE 1997, S. 28). Endziel dieses methodischen Schrittes ist es, für jedes Sektorfeld eine Liste mit **kurz- und mittelfristigen** Lösungsmöglichkeiten zu erstellen. D. h. es können sowohl konkrete Forschungsprogramme für eine Produktlinie, die etwa in 10 Jahren realisiert werden kann, als auch langfristige und entsprechend vage beschreibbare Produktlinien das Ergebnis eines Back-casting sein. Die Technologielinien sollen sich dadurch auszeichnen, daß sie eine katalysierende Wirkung für die Realisierung dieses möglichen zukünftigen Zustandes haben können. Darüber hinaus wird eine Übersicht über die wichtigsten limitierenden Faktoren oder Barrieren für jede Entwicklungsrichtung erstellt.
- Um die Machbarkeit und die möglichen Hindernisse konkreter zu analysieren, werden für ausgewählte Entwicklungslinien **Illustrationsprozesse** durchgeführt. Hier werden beispielhaft mögliche technische Innovationen dargestellt, die aufgrund einer deutlichen Effizienzsteigerung zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen können. Die „Illustrationen“ können einen unterschiedlichen Konkretionsgrad haben, d. h. von einer detaillierten Beschreibung in einem technischen Plan bis hin zu einem konkreten Modell oder Prototypen reichen. Sie werden möglichst durch einen Durchführungsplan für die noch erforderlichen FuE-Aufgaben ergänzt. Generell sollen die technischen Lösungsvorschläge in einem Illustrationsprozeß so beschrieben werden, daß
  - die strukturellen und kulturellen Bedingungen für ihre Implementierung erkennbar sind,
  - die Öffentlichkeit eine hinreichende Vorstellung von der Lösung und ihren Implikationen gewinnen kann und
  - technische Experten die Chancen zur Lösung bestehender technischer Probleme und Unsicherheiten abschätzen können (Jansen 1996, S. 14).
- Bei der Identifikation von zu explorierenden Innovationsrichtungen wurde von der Projektgruppe darauf geachtet, daß die verschiedenen durchzuführenden Illustrationsprozesse eines jeden Bedürfnisfeldes bzw. Sektors in einem inneren Zusammenhang stehen. Außerdem sollten möglichst Untersuchungsrichtungen ausgewählt werden, die es zulassen, daß in den Illustrationsprozessen eines Bedürfnis- bzw. Bedarfsfeldes unterschiedliche methodische Zugänge nebeneinander ausprobiert werden können. Im Programmentwurf von 1992 wurden die folgenden acht Kriterien für die Auswahl der Illustrationsprozesse bzw. zu illustrierenden Techniken genannt (Jansen/Vergragt 1992, S. 44 ff.): 1. technische Herausforderung, 2. Aussicht auf einen Durchbruch zur Nachhaltigkeit, 3. neue wirtschaftliche Chancen, 4. Entfaltung eines breiten technologischen Potentials, 5. Möglichkeit eines „Spin-off“, 6. Vorhandensein eines Pioniers, 7. Aussicht auf ein kommunizierbares (Produkt-)Design, 8. Aussicht auf eine soziale Basis. Dabei wurde den Kriterien 3 und 4 eine hohe Priorität eingeräumt.

Grundsätzlich wird die finanzielle und organisatorische Beteiligung der Industrie und anderer potentieller Schlüssel-Investoren am Illustrationsprozeß für wichtig gehalten. Sie gilt als „Zeichen der Bereitschaft", Gedanken aus dem DTO-Programm ins eigene Unternehmen und dessen FuE-Arbeit umzusetzen. In den Ablauf des Illustrationsprozesses sind Bewertungsschritte eingebaut, mit deren Hilfe überprüft wird, ob der jeweilige Prozeß im DTO-Programm weiterverfolgt werden soll oder nicht. Das DTO-Programmbüro fungiert hierbei als „Bankhalter" und verwahrt die Summen, die die verschiedenen Investoren und Ministerien für FuE im Illustrationsprozeß zur Verfügung gestellt haben.

Um gesellschaftliche Lernprozesse in Gang zu setzen, sollen am Illustrationsprozeß so viele Akteure wie möglich beteiligt werden, entweder durch direkte Partizipation oder durch externe Kommunikation. Tatsächlich sind jedoch aus pragmatischen Gründen bei der Durchführung der Illustrationsprozesse wesentliche Akteursgruppen (z. B. die Konsumenten/innen) nicht direkt beteiligt worden, sondern neben Industrie, Wissenschaft und Politik nur noch ausgewählte „primary clients". Dies konnten im Einzelfall zwar auch die Verbraucher/innen sein, deren Vorstellungen dann mit Methoden der Konsumforschung (bzw. des konsumentenorientierten CTA) eingeholt werden. In den meisten Fällen (z. B. chemische Innovationen) waren es aber Branchen, die als die direkten Kunden der Industrie im Illustrationsprozeß berücksichtigt wurden (ISOE 1997, S. 33).

Insgesamt versteht das Programmbüro das methodische Vorgehen im DTO-Programm als Adaption des in den Niederlanden entwickelten Konzeptes des **Constructive Technology Assessment.** Das für die Niederländische Diskussion um TA prägende und beispielsweise auch von der zentralen niederländischen TA-Einrichtung, dem Rathenau-Institut, vertretene Konzept kann als Versuch angesehen werden, die theoretische Einsicht in den gesellschaftlichen Charakter der Technikentwicklung praktisch zu wenden. „Das programmatische Ziel der Konstruktiven Technikfolgenabschätzung ist es, den technischen Wandel auf gesellschaftliche Bedürfnisse und Ziele – wie Vollbeschäftigung und Qualität der Arbeit, Verringerung von Umweltbelastung, Sicherheit, Reduktion von Kosten, Privatheit und andere ethische Überlegungen – zuzuschneiden" (Rip 1991, nach Hack 1995, S. 11). Unterscheidet sich dies noch nicht wesentlich vom gängigen Verständnis von TA, so gehen einige im Rahmen von CTA entwickelte Konzepte über das analytische Verständnis von TA hinaus und begreifen (C)TA als Verfahren praktischer Organisation von Technologieentwicklungsprozessen. Wichtig und auch für das Verständnis des DTO-Programmes wesentlich ist die Ausrichtung des CTA-Prozesses auf gesellschaftliche Akteure und ihre Interessen. Diese Ausrichtung erklärt sich theoretisch aus einem Verständnis von Technikentwicklung als gesellschaftlichem Prozeß, gesteuert oder geprägt nicht (allein) durch eine technische Logik der Entwicklung, sondern durch verschiedene Ansprüche, Bedürfnisse und Interessen von Entwicklern, Herstellern und Anwendern neuer Technologien. So wird das sogenannte „social mapping" als wesentlich für den TA-Prozeß angesehen, d.h. die Erfassung und im Rahmen der Technikentwicklung auch praktische Berücksichtigung der Interessen, Sichtweisen und Präferenzen eines breiten Spektrums gesellschaftlicher, an der Technikentwicklung interessierter oder von ihr betroffener Akteure – von der Industrie bis hin zu politischen Akteuren oder Verbrauchergruppen (Fonk 1994). Dabei spielt die Etablierung von Akteursnetzwerken, d. h. die Organisation eines gesellschaftliche Interessen möglichst umfassend berücksichtigenden kooperativen Prozesses der Technikentwicklung, eine wichtige Rolle.

Auch sollen gezielt auch solche Innovationsprozesse angestoßen werden, die im marktorientierten Kalkül der technikentwickelnden Industrie zunächst keine Berücksichtigung finden. Durch das sog. „Strategic Niche Management" sollen zunächst geschützte Markt-Nischen geschaffen werden, in denen neue Technologien in gesellschaftlichen Lernprozessen erprobt werden und weiterentwickelt werden können (Schot et al. 1996).

Insbesondere hier zeigt sich die konzeptionelle Nähe des DTO-Ansatzes zum Constructive Technology Assessment. Das DTO-Programm wird verstanden „as an experiment in constructive technology assessment" (Vergragt/Jansen 1993). Auch dem DTO-Programm geht es darum, Innovationsprozesse anzustoßen und ausgehend von einem – hier durch das Konzept der Nachhaltigkeit und den daraus abgeleiteten zukünftigen Bedürfnisfeldern repräsentierten – gesellschaftlichem Innovationsbedarf einen gesellschaftlichen Lernprozeß in Gang zu setzen. Die illustrativen Prozesse stellen den Versuch eines Strategic-Niche-Management für nachhaltige Technologien dar: „Ein Illustrationsprozeß kann als ein kleinmaßstäbliches gesellschaftliches Experiment angesehen werden, mit dem untersucht werden soll, wie der Prozeß der Auswahl und Gestaltung nachhaltiger Technik verläuft und wie er gefördert werden kann" (Weterings et al. 1992 – dt. Übersetzung ISOE 1997). Hierbei geht das DTO-Programm, bedingt durch die Langfristigkeit seines Ansatzes, über die oft an der Optimierung bereits bestehender Technologien oder technologischer Entwicklungslinien orientierte CTA insofern hinaus, als neue noch nicht existierende technologische Entwicklungspfade erkundet werden sollen. Zudem geht es dem DTO-Programm, über die Besetzung einer technologischen „Nische" hinaus, um die Implementierung eines neuen Leitbildes in die Forschungs- und Entwicklungslandschaft.

4. Die Teilprogramme

Das DTO-Programm wurde am 1. Januar 1998 abgeschlossen. Die Ergebnisse werden in einem sogenannten „Vision Book" niedergelegt, das entsprechend den Zielvorgaben des Programmes 15 Beispiele für die Umsetzung hin zu nachhaltigen Techniken in Form von Illustrationsprozessen, und die Ausarbeitung von speziellen FuT-Programmen für acht dieser Techniken enthalten wird. Darüber hinaus wird, aufbauend auf den Erfahrungen des Programmes, ein methodologischer Leitfaden für nachhaltige Technikentwicklung erarbeitet.

In Tabelle 3 sind die im Rahmen des DTO-Programmes bearbeiteten Teilprogramme (ausgerichtet an Bedürfnisfeldern, bzw. Sektoren) und die dazugehörigen Illustrationsprozesse zusammengestellt. Einen gesonderten Status hat das Teilprojekt „Kultur, Struktur, Technik“, das sich der Untersuchung der Wechselwirkungen von technischer Entwicklung, gesellschaftlichen Strukturen und Kultur widmet und in dem keine Illustrationsprozesse durchgeführt werden.

Tabelle 3

Projekt- und Themenbereiche des DTO-Programms

Teilprogramm	Illustrationsprozeß
Ernährung	Novel Protein Foods
Ernährung	nachhaltige Landnutzung
Ernährung	High-Tech-Agrarproduktion
Mobilität	Untergrund-Güterverkehr
Mobilität	elektronische Erfassung der Verkehrsnachfrage
Mobilität	neuer Fahrzeugantrieb 1: Gasturbine für Hybridantriebe
Mobilität	neuer Fahrzeugantrieb 2: Brennstoffzelle
Wohnen	nachhaltiges Bürogebäude
Wohnen	nachhaltige Stadterneuerung
Wasser	nachhaltiger urbaner Wasserkreislauf
Chemie	C_1-Chemie
Chemie	Photovoltaik
Chemie	Spezialitätensynthese
Chemie	pflanzliche Kaskadennutzung
Chemie	erneuerbares Baumaterial
Kultur, Struktur und Technik	

Quelle: Jansen et al. o. J., verändert durch ISOE nach mündlichen Angaben

Die einzelnen Programme und Illustrationsprozesse unterscheiden sich stark hinsichtlich des Grades der Konkretisierung und technischen Umsetzung. Es kann an dieser Stelle nicht im einzelnen auf die Inhalte der Programme eingegangen werden – etwa im Sinne einer Bewertung der Relevanz der in den einzelnen Illustrationsprozessen skizzierten Entwicklungslinien für eine nachhaltige Entwicklung. Da es in erster Linie um die Bewertung des methodischen Vorgehens des Programmes geht, soll hier exemplarisch auf die Illustrationsprozesse im Bedürfnisfeld Ernährung und das Teilprogramm „Kultur, Struktur, Technik“ eingegangen werden (vgl. ISOE 1997, S. 34 ff. und 46 ff.).

Das Teilprogramm „Ernährung“

Für das Bedürfnisfeld „Ernährung“ wurde eine umfangreiche Bedürfnisfeldanalyse durchgeführt. Sie baut auf der folgenden Zukunftsvision auf: Im Jahr 2040 soll auf dem Gebiet der Ernährung der Grundsatz „allen nach ihren Bedürfnissen“ verwirklicht sein. Die entwickelte Vision impliziert weitgehende Veränderungen der Ernährungsgewohnheiten. An die Stelle von drei festen Mahlzeiten sind gesunde und eiweißreiche „Häppchen“ aus Gemüsen und Obst aus einheimischer Produktion getreten, die den ganzen Tag über „zwischendurch“ gegessen werden. An die Stelle der hochspezialisierten Agrarbetriebe sind neue Mischbetriebe getreten, die mit einem Minimum an problematischen Emissionen neben Nahrungsmitteln, Wasser und Energie auch „Naturräume“ (z. B. für die Erholung) produzieren. Aufgrund frühzeitiger Vorbereitung auf diese neuen Trends haben die Niederlande weder ihren agrarindustriellen Vorsprung einbüssen müssen noch krisenhafte Strukturprobleme im ländlichen Raum bekommen (vgl. IOP/DTO o.J.). Ausgehend von dieser Zukunftsvision explorierte das Programm gemeinsam mit potentiellen Innovatoren aus der Praxis die folgenden Entwicklungen, die bezüglich der Effizienzerhöhung einen „Sprung nach vorne“ darstellen könnten, in Illustrationsprozessen:

- **Novel Protein Foods (NPF):** Novel Protein Foods sind eiweißreiche Nahrungsmittel, die aufgrund von neuen Verarbeitungseigenschaften, aber auch veränderten sensorischen Eigenschaften (z. B. Faserung, Geruch) knapp 40 % des heute in den Ländern des Nordens konsumierten Fleischs ersetzen könnten. Sie sollen im wesentlichen nur in Fertigprodukten eingesetzt werden, die von der sog. Lebensmittelveredelungsindustrie hergestellt werden. Sieben technische Entwicklungslinien wurden als erfolgversprechend identifiziert; sie bauen auf unterschiedlichen Pflanzen auf: Spirulina, Erbsen, gentechnisch veränderten Erbsen, Alfalfa-Luzerne, Fusarium, Erbsen plus Rhizopus-Bakterien, gentechnisch veränderte Alfalfa plus Rhizopus. Die Produktion von NPF erfordere etwa 10–30mal weniger Energie und Stoff-Input als die Produktion vergleichbarer Mengen an Fleisch. Da auch die Produktionskosten von NPF gegenüber Fleisch 20 bis 50 % niedriger sein könnten, ist ihre Herstellung auch unter dem Gesichtspunkt der Wertschöpfung von großem Interesse.

  Der Illustrationsprozeß NPF hat zu einer Reihe von Nachfolgeaktivitäten von Forschungseinrichtungen und Unternehmen geführt. Eine Besonderheit war die relativ starke Einbeziehung von Verbrauchern/innen bzw. Verbraucherverbänden und anderen gesellschaftlichen Organisationen in diesen Illustrationsprozeß: Durch eine Reihe partizipationsorientierter und sozialwissenschaftlicher Verfahren (Repräsentativbefragungen von ca. 1 000 Verbrauchern/innen, Roundtables etc.) wurden zum einen die Zukunftserwartungen der Konsumenten/Innen, zum anderen die Marktchancen und Akzeptanzprobleme des Produkts erhoben.

- **Nachhaltige Landnutzung (Sustainable Land-Use, SLU):** Ausgangspunkt dieses Illustrationsprozesses war ein Konzept landwirtschaftlicher Produktion, das Landwirtschaft nicht allein unter dem Gesichtspunkt der Produktion von Nahrungsmitteln, sondern auch anderer Effekte, die für eine nachhaltige Entwicklung

relevant sind, betrachtet: Bestimmte Formen der Landbewirtschaftung können die Kulturlandschaft erhalten und die Ressourcen (z. B. Grundwasser) sichern; die Produktion landwirtschaftlicher Güter erfordert den Einsatz von Wasser, Energie und Stoffen; gleichzeitig fallen Abfälle (z. B. Wirtschaftsdünger) an. Ziel des Illustrationsprozesses ist es, die heutige Spezialisierung (z. B. Massentierhaltung oder Pflanzenproduktion) aufzugeben und ein integriertes Produktionssystem zu entwickeln, bei dem die Nebeneffekte der landwirtschaftlichen Produktion bewußt genutzt werden. Unterschiedliche Funktionen (Nahrungsmittelerzeugung; Energieerzeugung aus Biomasse; Grundwassersicherung; zukunftsfähige Konzepte einer „Erholung auf dem Bauernhof“) sollen integriert werden. Der Illustrationsprozeß wurde v. a. mit Landwirten, Naturschutzverbänden, dem regionalen Wasserversorgungsunternehmen in Winterswijk (Ostgelderland, nahe der deutschen Grenze) durchgeführt und zielt auf die modellhafte Umsetzung von „Prototypen“ (s. u.).

- **High-Tech-Agrarproduktion (HTA):** Der Illustrationsprozeß HTA zielt auf die Entwicklung avancierter Methoden des Unterglasanbaus im geschlossenen System. Dabei kann bei der Biomasseproduktion der Wasserverbrauch gegenüber heute um den Faktor 12–15 verringert, und die Ausnutzung des eingestrahlten Sonnenlichts verdoppelt werden. Für HTA müssen spezifische Pflanzensorten entwickelt, aber auch Probleme beim Schließen von Wasser- und Stoffkreisläufen und bei der Optimierung der Sonneneinstrahlung gelöst werden.

Die beiden Illustrationsprozesse zu Novel Protein Food und zu nachhaltiger Landnutzung können insofern als erfolgreich angesehen werden, als es hier gelungen ist, die Industrie in die Weiterentwicklung der Visionen einzubinden (Novel Protein Food) bzw. sich die modellhafte Erprobung einer nachhaltigen Landnutzung auf Modellhöfen eröffnet. Gerade das Beispiel Novel Protein Food zeigt aber auch ein grundsätzliches Problem der Struktur des DTO-Programmes, das Anlaß zur Kritik von Verbraucher- und Umweltgruppen gegeben hat. Die hier in der Vision vorgeschlagene weitgehende Veränderungen der Ernährungsgewohnheiten sowie die Option der Entwicklung von gentechnisch veränderten Nahrungsmitteln, ist nur unzureichend auf ihre kulturelle Machbarkeit und Kompatibilität mit den Wünschen von Verbrauchern untersucht worden. Dies – so die Kritik von Verbrauchergruppen – sei vor allem in der unzureichenden Einbeziehung von Verbraucher- und Umweltgruppen in die Phase der Erarbeitung von Visionen begründet. Die vom Institut für Verbraucherforschung (SWOKA) im Rahmen dieses Illustrationsprozesses durchgeführten, umfangreichen Konsumentenbefragungen seien zu spät erfolgt, da die technischen Innovationslinien zu diesem Zeitpunkt bereits fixiert worden seien. Die Problematik zeigt sich deutlich bezüglich der Verwendung gentechnisch modifizierter Organismen als Ausgangsstoff in zwei der sieben vorgeschlagenen NPF-Entwicklungslinien. Im Rahmen der von SWOKA durchgeführten Untersuchungen und Roundtables mit Unternehmen und gesellschaftlichen Organisationen ist darauf hingewiesen worden, daß der Einsatz von Proteinen aus gentechnisch veränderten Organsmen zu Akzeptanz- und Vermarktungsproblemen führen werde, wie sich gegenwärtig am Beispiel der Soja-Produkte zeige. Diese Auffassung – so ergaben die von ISOE durchgeführten Interviews – sei auch von den Vertretern der beteiligten Unternehmen geteilt worden. Diese absehbaren Schwierigkeiten haben aber offenbar nicht zu einer Überprüfung, Modifikation oder Aufgabe der entsprechenden Techniklinien im Illustrationsprozeß NPF geführt.

Das Teilprogramm „Kultur, Struktur, Technik“

Ziel des Teilprogrammes ist die Untersuchung der Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen Kultur, ökonomischer und institutioneller Strukturen und Technik im Hinblick auf eine nachhaltige Technikentwicklung, wie auch die Entwicklung von „integrierten“, weniger stark technikorientierten Innovationen für eine nachhaltige Entwicklung. Im Rahmen des Teilprogramms (CST) wurden bisher sieben Studien zu kulturellen und strukturellen Fragen nachhaltiger Entwicklung erstellt; daneben wurden Workshops veranstaltet, vorwiegend mit WissenschaftlerInnen aus sozial-, kultur- und technikwissenschaftlichen Feldern. Die Studien beschäftigen sich u. a. mit möglichen kulturellen Widerständen gegen eine nachhaltige Technologie, mit „strategischem Nischenmanagement“ als Politikinstrument für die Einführung einer nachhaltigen Technologie sowie der Analyse des DTO-Programms selbst und seines methodologischen Zugangs.

Ein Beispiel für einen solchen Zugang sind die Aktivitäten zum Thema „Nachhaltiges Waschen von Kleidung“. Zu diesem Thema hat das DTO-Programmbüro Szenarien für das Jahr 2001 veröffentlicht, die auf einer Abschlußarbeit im Fach Industrielles Design beruhen (vgl. Hoed 1996), sowie 1995 und 1996 zwei Workshops mit Expertinnen und Experten über die Entwicklung neuer Waschtechnologien und -dienstleistungen durchgeführt. Dabei waren nicht nur die wichtigen industriellen Innovatoren (Detergentienherstellern, Waschmaschinenproduzenten und Textilfabrikanten) beteiligt, sondern auch gesellschaftliche Organisationen wie etwa die niederländische Hausfrauenvereinigung oder der Verbraucherverband (Consumentenbond). Als eine zentrale Frage wurde dabei angesehen, wie eine gesellschaftliche Nachfrage nach Waschdiensten angeregt werden kann (vgl. Hoed/Vergragt 1996; Vergragt 1997).

Innerhalb des Teilprogramms wird eine pointierte Kritik an dem zu stark technikorientierten Zugang des DTO-Programms und der Illustrationsprozesse formuliert (vgl. hierzu auch de Meere/Berting 1996). Der ursprünglich zugrunde gelegte Zusammenhang von Kultur, Struktur und Technik sei im Zuge der Programmentwicklung zu stark nach der Seite der Technik aufgelöst worden. Viele Illustrationsprozesse liefen Gefahr, die Technik überzubetonen, ohne ausreichend über die kulturellen und strukturellen Implikationen und Konsequenzen nachzudenken. Als wichtigster Grund für diese Verengung werden die Erwartungen der Auftraggeber in zumindest einigen der beteiligten Ministerien genannt. Diese seien

vor allem an technischen Resultaten interessiert gewesen, nicht an sozialen Lösungen. Das Teilprogramm hat keinen sehr großen Einfluß auf den Verlauf des übrigen Programms ausgeübt und zu wenig Verbindung zu den Illustrationsprozessen gehabt. Die Dynamik des DTO-Programms habe letztlich dazu geführt, daß die Leiter der einzelnen Illustrationsprozesse sich nur auf ihr jeweils eigenes Projekt konzentriert haben.

5. Ausgewählte Ergebnisse des DTO-Programmes

Das DTO-Programm versteht sich als ein Programm, das in erster Linie der Stimulierung von nachhaltigen Innovationsprozessen in Industrie und Wissenschaft dienen soll. Die Bewertung des Erfolges des Programms muß sich daher an diesem selbstgesteckten Ziel orientieren, und das bedeutet, daß in erster Linie interessant ist, welche Aktivitäten das Programm über seine Laufzeit hinaus hat anstoßen können. Da das Programm zur Zeit der Abfassung des Berichtes gerade abgeschlossen wurde und ein Endbericht noch nicht verfügbar war, kann eine diesbezügliche Bewertung nur auf der Basis der von ISOE durchgeführten Interviews erfolgen.

Entwicklung von Prototypen:
Nachhaltige landwirtschaftliche Betriebe

Als aussichtsreich erscheint innerhalb des Teilprogrammes „Ernährung“ die Realisierung von prototypischen nachhaltigen landwirtschaftlichen Betrieben. Dabei sollen verschiedene Funktionen – z. B. landwirtschaftliche Urproduktion, Meierei, Abfallrecycling, Biomasseproduktion, Blumenzucht, Energie- und Wassergewinnung, Naturpotentialerhalt, Erholung und damit auch soziokulturelle Komponenten (z. B. die Gebäude in der Kulturlandschaft) – aufeinander abgestimmt werden. Zunächst wird, ausgehend von örtlichen Gegebenheiten im Ostgelderland, ein 100 ha-Betrieb idealtypisch als System entworfen, in dem die genannten Funktionen kombiniert sind. Dieses System soll dann in einer nächsten Projektphase (d.h. ab 1998) praktisch mit zehn Beispielprojekten erprobt werden, d.h. Betrieben, in denen jeweils drei oder mehr dieser Funktionen kombiniert sind. Für deren Realisierung werden zehn Landwirte und gewerbliche Unternehmer als Partner benötigt, die die entsprechenden Risiken eingehen (de Kuijer 1996).

Mit Hilfe der Prototypen soll überprüft werden, ob sich die technische Idee der integrierten Flächennutzung tatsächlich so realisieren läßt, wie das die Blaupause nahelegt. Daher sind Risiken des Scheiterns und vergleichsweise hoher ökonomischer Verluste, die hier häufig zu einer Betriebsaufgabe führen können, nicht vorhersehbar. Nur durch die Verteilung der finanziellen Risiken auf viele Köpfe und die Schaffung eines die vorgesehene Innovation begünstigenden Entscheidungsklimas „vor Ort“ wird es daher gelingen können, die erforderliche Anzahl klein- und mittelständischer Unternehmen zur Teilnahme an der Betriebskonversion zu gewinnen; der Illustrationsprozeß "Nachhaltige Landnutzung" ist daher stärker auf soziale Partizipation und öffentliche Wirkung gerichtet als die übrigen Illustrationsprozesse. Derzeit kann noch nicht beurteilt werden, ob in der für die Realisierung der Prototypen vorgesehenen Region Winterswijk (Ostgelderland) ein derart positives Klima für die avisierten Innovationen geschaffen werden kann, daß sich genügend Betriebe für eine Konversion finden.

Illustrationsprozeß „NPF“

Im Illustrationsprozeß „NPF“ ist es dem DTO-Programm mit verschiedenen Verfahrensweisen gelungen, die für Innovationen erforderlichen wirtschaftlichen Schlüsselakteure anzusprechen und für den Illustrationsprozeß zu interessieren: Einerseits konnten erfahrene Projektleiter auf die fachlichen Kontakte zurückgreifen, die sich im Verlauf ihrer Karriere entwickelt hatten; andererseits hat bei den NPF auch eine Definitionsstudie, die von einer in Industriekreisen anerkannten, international agierenden Beratungsfirma erstellt wurde (Arthur D. Little 1993), die Beteiligung der Akteure aus der Nahrungsmittelproduktion gesichert. Darin waren Ergebnisse zu finden, die für diese Akteure neu und interessant waren.

Allerdings konnte trotz dieser guten Ausgangsbedingungen keine Allianz von Industrieunternehmen für weiterreichende gemeinsame Innovationsvorhaben initiiert werden. Es gelang nicht, die Akteure aus verschiedenen Unternehmen in einer „präkompetitiven Sphäre“ zusammenzuführen, so daß sie gemeinsame Forschungsinteressen identifizieren und zu einer Zusammenarbeit in Richtung einer nachhaltigen Technikentwicklung kommen konnten. Entsprechende Zusammenschlüsse konnten für NPF nur im kleinen Maßstab zwischen dem staatlichen Forschungsinstitut TNO und Industrieunternehmen wie Buko und Gist Brokades erzielt werden.

Mit Beendigung des Illustrationsprozesses NPF wurde ein Forschungsprogramm für die nächsten zehn Jahre formuliert (Haan et al., o.J.; Quist et al. 1996, S. 69 ff.). Dieses Programm war ursprünglich als Orientierungshilfe für strategische Allianzen von Unternehmen und (halb-)staatlichen Forschungsinstituten gedacht. Daher werden im Abschlußbericht des Illustrationsprozesses zur Orientierung die existierenden niederländischen und europäischen Förderinstrumente erwähnt, die für eine Finanzierung entsprechender FuE-Aktivitäten genutzt werden könnten (Quist et al. 1996, S. 75 ff.). Einige universitäre und außeruniversitäre Forschungsinstitute aus den Niederlanden sind derzeit dabei, industrielle Partner für das Verfolgen der dort empfohlenen FuE-Richtungen zu suchen (Janssen 1997).

Es bestehen nach Auskunft des Programmbüros gute Aussichten, daß der Illustrationsprozeß zum Bestandteil der FuE-Ausrichtung eines neuen Forschungsinstituts für Ernährungstechnologie wird, das derzeit zusammen mit drei anderen neuen Instituten vom niederländischen Wissenschaftsministerium mit dem Ziel der Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der holländischen Forschung angesichts der Herausforderungen der Globalisierung gegründet wird. Dieses sog. „Topinstitut“ wird gemischt

finanziert, d. h. sowohl von der Regierung als auch von den großindustriellen Nahrungsmittelherstellern der Niederlande. Das Untersuchungsprogramm aus dem DTO-Illustrationsprozeß NPF ist zwar nicht ausdrücklich übernommen worden; für eiweißhaltige Nahrungsmittel lehnt sich das formulierte Forschungsprogramm des neuen Instituts aber, auch wegen der Unterstützung durch Unilever und den Biotechnologie-Konzern Gist Brokades, stark an die Forschungsempfehlungen an, die im Illustrationsprozeß von DTO erarbeitet wurden.

Die Aktivitäten des DTO-Teilprogramms „Ernährung“ haben darüber hinaus zu neuen Initiativen im Bereich der Forschungsförderung geführt: Die niederländische Wissenschaftsförderorganisation NWO (die ungefähr der DFG vergleichbar ist) hat seit April 1996 Mittel reserviert für ein Rahmenforschungsprogramm „Nachhaltige Nahrungsproduktion“ („Duurzame Voedselproductie“), in dem die Ergebnisse des DTO-Forschungsprogramms berücksichtigt sind. Drei niederländische Ministerien haben aufgrund dieser Initiative zudem ein sechsjähriges Förderprogramm „Verantwortbare Ernährung“ mit einem Volumen von 18 Mio. Dfl. aufgelegt, das im ersten Halbjahr 1997 starten soll und auf dem DTO-Programm aufbaut (Jansen 1997).

Illustrationsprozeß „Spezialitätensynthese“

Im Rahmen des Illustrationsprozesses „Spezialitätensynthese“ (im Teilprogramm Chemie) haben sich verschiedene Großunternehmen aus dem Bereich der chemischen Industrie bereit erklärt, entweder an der Universität von Eindhoven oder an einem staatlich subventionierten Institut in Utrecht eine Post-Doktoranden-Stelle für zunächst zwei bis vier Jahre einzurichten, mit der die Methodik entsprechender verfahrenstechnischer Innovationen zur Effizienzerhöhung im Bereich der Spezialitätensynthese erforscht werden soll. Voraussetzung für ein Engagement der Chemieindustrie ist es, daß hierbei zunächst ein bestimmtes Verfahren zur Oxidation von organischen Verbindungen im Zielpunkt der FuE-Anstrengungen steht.

Einzelheiten zur Verankerung dieser Stelle und der staatlichen Beteiligung werden zur Zeit ausgehandelt. Bezogen auf den Aufgabenbereich der einzurichtenden Stelle ist unstrittig, daß sie sich auf die verfahrenstechnische Methodik konzentrieren soll; die ebenfalls notwendigen Anpassungen zur Optimierung spezieller Synthesen sollen nicht im Zentrum dieser FuE-Anstrengungen stehen. Denn nur die methodischen Grundlagenfragen dieser Innovationen können eindeutig im präkompetitiven (und damit staatlich innerhalb der bestehenden Marktordnungspolitik sinnvoll förderbaren) Bereich angesiedelt werden. Aus diesem Grund und auch weil die Unternehmen darauf aufbauend eigene FuE-Anstrengungen leisten müssen, um diese Ergebnisse für ihre eigenen, patentierten oder lizenzierten Synthesewege ausnutzen zu können, ist die Finanzierung einer einzigen Stelle als ausreichend zu werten.

6. Bewertung des Programmes

Bewertung der Ergebnisse des Programmes

Die Erfolge des Programmes lassen sich insgesamt abschließend erst bewerten, wenn mit einem gewissen Zeitabstand Aussagen darüber möglich sind, ob von DTO angestoßene Innovationsprozesse weitergeführt wurden und zur marktfähigen Entwicklung von Produkten geführt haben.

- Aus Sicht des Programmbüros scheint ein zentrales Ziel des DTO-Programmes erreicht worden zu sein: Die – auch finanzielle – Einbindung von Technikentwicklern aus der Industrie gilt als Indikator dafür, daß nicht nur unter dem Gesichtspunkt der nachhaltigen Entwicklung sinnvolle, sondern auch ökonomisch relevante Innovationen ausgewählt wurden. Mehr als zehn Wirtschaftsakteure unterstützen DTO-Projekte mit Geldmitteln; mehr als fünfzig Firmen und Forschungsinstitute haben für die Projekte eigene Forschungskapazitäten zur Verfügung gestellt. Auch das Ziel, den Gedanken nachhaltiger Technikentwicklung in der öffentlichen Diskussion zu verankern, wird als erreicht angesehen. Es haben mehr als 500 Experten und Repräsentanten von 25 gesellschaftlichen Organisationen am Untersuchungsprogramm bzw. seinen Teilprojekten teilgenommen. Über Befragungen waren weitere 2 000 Menschen einbezogen. Auch auf internationaler Ebene hat das DTO-Programm eine hohe Aufmerksamkeit erreicht; etwa 200 Repräsentanten von ausländischen und internationalen Organisationen wurden aktiv über dessen Ziele und erste Ergebnisse informiert. Nach Abschluß der eigentlichen Programmlaufzeit hat die niederländische Regierung für einen Zeitraum von drei Jahren Geld zur Verfügung gestellt, um das Wissen und die Erfahrungen des Programmes und die entwickelten Illustrationsprozesse an gesellschaftliche Gruppen, Unternehmen, Forschungseinrichtungen und die interessierte Öffentlichkeit weiterzuleiten.

- Aus dem Programm sind in fast allen Fällen keine Verfahren, Prozesse und Produkte hervorgegangen, die Marktreife erlangt hätten, was angesichts des außerordentlich weiten Zeithorizontes, der damit zusammenhängenden Komplexität der Aufgaben und der kurzen Laufzeit des Programmes auch nicht zu erwarten war. Beabsichtigt ist aber, die im Rahmen des Programmes entwickelten FuE-Vorschläge durch staatliche Förderung weiter voranzutreiben. Die Vertreter des DTO-Programmes erwarten, daß einige der Illustrationsprozesse vom interministeriellen Programm für Umwelt-Technikentwicklung (EET) aufgegriffen werden. Es ist absehbar, daß mit Beendigung der ersten Phase nur wenige Illustrationsprozesse bis hin zur Ausformulierung eines FuE-Programmes, das – wie beabsichtigt – die konkrete Formulierung von Forschungsbedarf für die nächsten 10 Jahre enthält, entwickelt sein werden. Die Programmgruppe setzt für diese Teilprogramme und Illustrationsprozesse darauf, daß sie innerhalb des EET-Programmes weiterentwickelt werden können. Hierbei wird aber das Problem gesehen, daß dort die

nachhaltigen kaum kurzfristig marktfähigen Innovationsprozesse mit anderen kurzfristig realisierbaren Projekten konkurrieren müßten.

- Eine breite politische Diskussion des Programmes hat in den Niederlanden bisher nicht stattgefunden. Zwar – so der Eindruck aus den im Auftrag des TAB durchgeführten Interviews – sei das Programm auf Regierungsebene weitgehend bekannt, Gegenstand parlamentarischer Diskussion war es aber bisher beispielsweise nicht. Von solchen gesellschaftlichen Gruppen und Organisationen (Industrie, Wissenschaft, Umwelt- und Verbrauchergruppen), die ein spezifisches Interesse an den vom DTO-Programm untersuchten Themen haben, wird das Programm vor allem hinsichtlich seiner inhaltlichen Ergebnisse zur Kenntnis genommen und (teils kritisch) diskutiert, weniger aber hinsichtlich seines methodischen Ansatzes und dessen spezifischer Bedeutung für die Bemühungen um nachhaltige Entwicklung. Unter letzteren Gesichtspunkten scheint das Programm aber erhebliche Beachtung in der wissenschaftlichen Diskussion um Technikentwicklung, Innovationsforschung und Technikfolgenabschätzung in den Niederlanden gefunden zu haben (vgl. z. B. Rathenau Instituut 1996; Schot 1996; Schot/Rip 1997).
- Als kritischer Punkt hinsichtlich Erfolg oder Mißerfolg kann entsprechend der „Programmphilosophie“ gelten, ob es gelungen ist, Innovationsnetzwerke um die Illustrationsprozesse des Programmes zu iniitieren und arbeitsfähig zu halten. Deutlich gescheitert an diesem Problem ist eine vom Programmbüro vorbereitete Untersuchung im Teilprogramm Mobilität, die die mögliche Konversion von Flächen und Infrastruktursystemen des Rotterdamer Hafens durch Konzepte einer nachhaltigen Schiffahrt und nachhaltiger Gütertransportsysteme explorieren sollte. Die Hafenbehörde konnte für dieses Projekt nicht gewonnen werden, weil – so Vertreter des DTO-Programmes – die gegenwärtigen wirtschaftlichen Interessen der Akteure nicht in den durch das Projekt vorgegebenen langfristigen Zeithorizont zu integrieren waren. Als erfolgreich oder aussichtsreich im Hinblick auf die Fortführung erscheinen die Programme, in denen es gelungen ist, Akteure des Innovationssystems nicht nur konzeptionell sondern auch finanziell in die Aktivitäten des DTO-Programmes einzubinden. Für die oben angesprochenen Illustrationsprozesse (Kap. V.5) zeichnen sich hierfür zumindest Ansätze ab. Eine Bewertung des Erfolges dieser und anderer Teilprogramme ist erst nach Ablauf der auf drei Jahre angesetzten Phase der Verbreitung der Ergebnisse des Programmes möglich.

Aus den im Auftrag des TAB durchgeführten Interviews mit Experten und Vertretern gesellschaftlicher Organisationen sowie aus ergänzenden Literatur- und Dokumentenauswertungen (vgl. ISOE 1997, S. 59 ff.) ergeben sich folgende Hinweise auf Stärken und Schwächen des Programmes.

Positiv hervorgehoben wird in den Niederlanden, daß es dem Programm gelungen sei, bei relevanten Akteuren aus Wissenschaft, Politik und Industrie Bewußtsein für die Herausforderung einer „nachhaltigen“ Forschung und Technologieentwicklung zu schaffen. Übereinstimmung herrscht bei den Interviewpartnern auch darüber, daß es dem Programm gelungen sei, neue Akteursnetzwerke und Allianzen (aus Politik, Wissenschaft und Industrie) zentriert um einzelne vom Programm verfolgte Illustrationsprozesse zu schaffen. Es wird insbesondere als Erfolg gesehen, daß es gelungen sei, Teile der Industrie auch finanziell an das Programm zu binden. Auch die vom Programm durchgeführten Illustrationsprozesse werden als wichtiger Beitrag zur Etablierung von Techniklinien abseits vom „mainstream” gesehen. Dem Programm sei es gelungen, Nischen und Experimentierfelder für nachhaltige Technikentwicklung zu schaffen. Es habe Optionen „nachhaltiger Technikentwicklung“ aufzeigen können, wenn es auch noch nicht so weit vor_gedrungen sei „nachhaltige Techniken“ konkret zu skizzieren. Kritisch angemerkt wird aber auch, daß vielfach im Rahmen des Programms (z.B. im Teilprogramm „Mobilität“ die Brennstoffzelle) bereits bekannte Ideen nur neu bewertet und in die Diskussion gebracht worden seien.

Über diese Punkte hinaus wird die technische Realsierbarkeit und/oder Relevanz im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung für einzelne Illustrationsprozesse in Frage gestellt. Es wird z. T. eine zu starke Konzentration auf große Unternehmen und mangelnde Unterstützung für KMU in der Beteiligung am Programm gesehen. Auch wird die Abhängigkeit des Programmes von einer externen Finanzierung durch Industrieunternehmen z. T. als problematisch angesehen. Es wird auf die Gefahr hingewiesen, daß dadurch wichtige Innovationspfade (insbesondere auch solche nicht-technischer Art) von vornherein keine Chance erhielten, exploriert zu werden, wenn sie sich nicht mit mittelfristigen (am Markt orientierten) Interessen der Industrie verbinden ließen. Dies sei auch durch die schwache finanzielle Ausstattung des Programmes bedingt, die dazu geführt hätte, das weitere, auf eine öffentliche Förderung angewiesene Innovationsträger (Hochschulen, Forschungsinstitute) nur in der Rolle des Wissenszuträgers involviert worden seien.

Grundsätzliche Kritik – vorgetragen vor allem aus dem Bereich der Wissenschafts- und Technikforschung und von Umwelt- und Verbrauchergruppen – macht sich an zwei Punkten fest: Zum einen wird – wie ja auch selbstkritisch aus dem Teilprogramm **„Kultur, Struktur, Technik“** angemerkt (s. o.) – eine zu starke und einseitige Orientierung des Programmes auf Technikentwicklung hin und die Vernachlässigung soziokultureller Aspekte nachhaltiger Entwicklung moniert. Zum anderen wird als Defizit angesehen, daß im Hinblick auf Industrie und Wissenschaft eine weitgehende Einbeziehung von Akteuren des Innovationssystems zwar gelungen sei, aber andere gesellschaftliche Gruppen unterrepräsentiert oder zu spät in den Ablauf der einzelnen Illustrationsprozesse involviert worden seien. Diese beiden Punkte werden im folgenden im Zusammenhang mit der Bewertung des Programmes vor dem Hintergrund der Kriterien „nachhaltiger FuT-Politik“ erläutert.

Bewertung des Programmes in bezug auf Kriterien einer nachhaltigen FuT-Politik

Das TAB hat in seinem Bericht zur Monitoringphase des Projektes „Forschungspolitik für eine nachhaltige Entwicklung" ein Set von Kriterien vorgelegt, die unter methodisch-konzeptionellen Gesichtspunkten umreißen, woran sich die FuT-Politik (wie auch die Forschung und Entwicklung selbst) orientieren müßte, um einen substantiellen Beitrag von Forschung und Entwicklung zu einer nachhaltigen gesellschaftlichen Entwicklung zu gewährleisten (Kap. II):

– problemorientierte Interdisziplinarität
– Verbindung von grundlagen- und theoriebezogener Forschung mit Gestaltungs- und Anwendungsorientierung
– Langfrist- und Folgenabschätzungsorientierung
– Verbindung von regionalen und globalen Analyseebenen
– Orientierung an gesellschaftlichen Bedürfnisfeldern
– Akteursorientierung

Die meisten dieser Kriterien werden im Rahmen des DTO-Programmes berücksichtigt. Einige von ihnen sind expliziter Bestandteil der Konzeption des Programmes, andere sind implizit in die Erarbeitung von Szenarien und in die Illustrationsprozesse eingegangen. Bei einigen der Kriterien ist eine Umsetzung in die Praxis der Programmabwicklung aber nur zum Teil erfolgt.

Problemorientierte Interdisziplinarität

Das Programm weist eine deutliche **Problemorientierung** bei der Entwicklung und Konkretisierung von FuE-Aufgaben auf, die vor allem aus der Orientierung an den im NEPP formulierten Nachhaltigkeitszielen und den im Hinblick darauf entwickelten Bedürfnisfeldanalysen resultiert. Auch aus dem Programmbüro selbst wird aber selbstkritisch geäußert, daß **Interdisziplinarität** zwar hinsichtlich der Integration verschiedener technik- und naturwissenschaftlicher Disziplinen bei den einzelnen Illustrationsprozessen gelungen sei, im Sinne einer Integration von natur- und ingenierwissenschaftlichen Fragestellungen mit sozialwissenschaftlichen Fragestellungen aber kaum realisiert wurde. Der Anspruch, technische, kulturelle und gesellschaftliche Aspekte von Nachhaltigkeit integriert zu untersuchen, ist in das Teilprogramm „Kultur, Struktur und Technik" ausgelagert worden. Die hier durchgeführten Untersuchungen zu kulturellen und strukturellen Fragen nachhaltiger Entwicklung, z. B. zu möglichen gesellschaftlichen Widerständen gegen eine nachhaltigen Technologie sowie zum „strategischen Nischenmanagement" als Politikinstrument zur Einführung einer nachhaltiger Technologie, sind aber in ihrer Funktion für das Gesamtprogramm fraglich, da diese Aktivitäten keine Verbindung zu den Illustrationsprozessen hatten. In diesem Programm sind offenbar bis auf wenige Ausnahmen (Novel Protein Food) beispielsweise Fragen der Verbraucherakzeptanz und Sozialverträglichkeit der untersuchten Techniklinien nicht berücksichtigt worden.

Die interdisziplinäre Organisation von Forschung und Entwicklung stellt sicherlich eine der größten Probleme einer auf Nachhaltigkeit ausgerichteten FuT-Politik dar, dem man im DTO-Programm mit der Etablierung eines eigenen (sozialwissenschaftlichen) Teilprogrammes nur unzureichend beikommen konnte. Dies zeigt sich zum einen in einer (z. T. beabsichtigten) Engführung des Innovationsbegriffes, der mögliche soziokulturelle Wandlungsprozesse (von z. B. Konsummustern und Lebensstilen), die zur Realisierung nachhaltiger Entwicklung notwendig erscheinen könnten, von vornherein ausblendete. Zum anderen scheinen aber auch die sozialen und ökonomischen Randbedingungen, die entscheidend für Erfolg oder Mißerfolg technischer Innovationsprozesse sind, in den Illustrationsprozessen nicht systematisch berücksichtigt worden zu sein. Auch wenn das Programm sich aus guten Gründen als Technikförderungsprogramm verstand, hätte man eine stärkere Integration sozialwissenschaftlicher Kompetenz schon in der Phase der Problembeschreibung erwarten können, was die Qualität der verfolgten Illustrationsprozesse z. B. in bezug auf die Umsetzbarkeit von Entwicklungslinien im gesellschaftlichen Kontext hätte verbessern können (vgl. Spangenberg 1997; Weingart et al. 1997). Beispielsweise blenden alle Illustrationsprozesse des Teilprogramms „Mobilität" die Frage weitgehend aus, aufgrund welcher gesellschaftlichen, wirtschaftlichen, raumstrukturellen und kulturellen Entwicklungen die verstärkte Nachfrage nach Transportmöglichkeiten entstanden ist und weiter zunimmt. Auch wird in der Zukunftsvision für das Bedürfnisfeld „Mobilität" die heutige, stark unterschiedliche Verfügbarkeit von Transportmitteln für verschiedene Bevölkerungsgruppen nicht reflektiert (Programmabureau IOP/DTO 1996, S. 7 ff.).

Verbindung von Grundlagenforschung und Anwendungsorientierung

Durch die starke Orientierung auf langfristige Technikentwicklung und die das Programm prägende Grundannahme, daß zum Erreichen der für eine nachhaltige Entwicklung nötigen Reduktion von Ressourcenverbrauch und naturschonenden Prozessen technologische Trendbrüche notwendig sein werden, geht das Programm über die Förderung bzw. Initiierung rein anwendungsbezogener Forschung hinaus. Tatsächlich scheint es auch gelungen, Forschungsnetzwerke zwischen eher anwendungsorientierter Industrie und Grundlagenforschung zu knüpfen, und damit den Einstieg in eine für neue nachhaltige Techniklinien **grundlagenorientierte Anwendungsforschung** einzuleiten. Eine die einzelnen Techniklinien übergreifende theoriegeleitete Forschung zu Grundlagenfragen der Nachhaltigkeit ist zwar im Teilprogramm „Kultur, Struktur, Technik" erkennbar, aber wie bereits angemerkt, kaum mit den auf technische Innovationen zielenden Teilprogrammen verbunden.

Langfrist- und Folgenabschätzungsorientierung

In der Einführung einer **Langfristperspektive** in Prozesse der Technikentwicklung – operationalisiert durch Zukunftsvisionen in den jeweiligen Bedürfnisfeldern

sowie durch das Back-casting-Verfahren – liegt eine Stärke und eine der wichtigsten methodischen Neuerungen des DTO-Programmes. Das Programm geht deutlich über eine umweltpolitisch orientierte Technologiepolitik, die sich noch stark auf den Übergang von nachgeschalteter zu integrierter Umwelttechnik konzentriert, hinaus.

Prinzipiell scheint das Back-casting-Verfahren geeignet, eine Verknüpfung von langfristigen Interessen mit mittel- oder sogar kurzfristigen herzustellen. Das DTO-Programm kann auf diese Weise dazu beitragen, daß die Bedeutung langfristiger Orientierungen des FuE-Geschehens in den (Groß-)Unternehmen deutlicher als früher wahrgenommen wird. Insofern ist das DTO-Programm aufgrund seines konzeptionell-methodischen Ansatzes so angelegt, daß der gesellschaftliche Prozeß nachhaltiger Entwicklung gestärkt werden soll.

Gegenüber dieser stark entwickelten visionären Komponente ist dagegen die komplementär notwendige prospektive Folgenperspektive nur schwach ausgebaut. Soweit ersichtlich, werden in den DTO-Explorationen die indirekten (nicht-intendierten) Folgen und (ökologischen oder sozialen) Risiken der geplanten Innovationen nur unzureichend abgebildet und berücksichtigt. Hier spielt u. U. auch eine Rolle, daß in der niederländischen, stark durch den CTA-Ansatz geprägten Diskussion die traditionelle „Frühwarn“-Rolle von TA gegenüber dem Interesse an der Gestaltung und Stimulierung von Technikentwicklung in den Hintergrund tritt (vgl. Hack 1995, S. 12).

Eine Ausnahme ist der Illustrationsprozeß NPF, wo szenarisch auch indirekte Auswirkungen auf die umweltrelevanten Stoffflüsse erfaßt worden sind. Folgen jenseits der Stoffflüsse sind allerdings ausgeblendet worden. So konnten (auf der Grundlage von „life-cycle“-Analysen zwar die (im Vergleich mit der Massentierhaltung) wesentlich verringerten Nährstoffemissionen und dadurch verringerten stofflichen Umweltprobleme der NPF-Produktion plausibel abgeschätzt werden. Es fehlen aber beispielsweise Abschätzungen der ökologischen Folgen, die bei einem eventuellen Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen für die Produktion der NPF-Rohstoffe denkbar sind. Damit führt die Umweltanalyse letztlich „nur“ zu einem Nachweis der Effizienzerhöhung bei Umstellung von Fleisch auf pflanzliche Lebensmittel und einer Abschätzung der dadurch erzielbaren stofflichen Umweltentlastungen (vgl. Berg et al. 1995), ohne daß andere problematische Folgen der propagierten Innovation in den Blick kommen (ISOE 1997, S. 77). Gerade die frühzeitige Berücksichtigung nicht-intendierter Folgen ist aber bei den langfristig angelegten Entwicklungsprozessen, die voraussichtlich auch mit Problemen gesellschaftlicher Akzeptanz zu rechnen haben werden, unerläßlich.

Verbindung von regionalen und globalen Analyseebenen

Die Verbindung zwischen regionalen und globalen Problemen nachhaltiger Entwicklung ist durch das Konzept des Umweltraums, das sowohl die intra- als auch die intergenerative Gerechtigkeit zwischen Nord- und Süd impliziert, konzeptionell im Programm berücksichtigt. Aus pragmatischen Gründen ist der Umweltraum innerhalb des Programmes aber nur noch über das Kriterium der Effizienzsteigerung berücksichtigt worden. Strukturelle Probleme des Verhältnisses zwischen Nord- und Süd und weitergehende Probleme einer Herstellung von internationaler Ressourcengerechtigkeit, die für das Umweltraumkonzept – der Hintergrundphilosophie des Programmes – zentral sind, werden nicht thematisiert.

Orientierung an gesellschaftlichen Bedürfnisfeldern

Das DTO-Programm hat sich bei der Suche nach nachhaltigen Innovationen nicht von vorhandenen Produkt- oder Techniklinien leiten lassen und hat Innovationsprozesse orientiert auf eine nachhaltige Befriedigung gesellschaftlicher Bedürfnisse angestoßen. Wenn auch damit nicht – wie oben bereits angesprochen – ein weiter Innovationsbegriff zugrundegelegt wurde, nicht auf soziotechnische Handlungsoptionen zur Befriedigung von Bedürfnissen, sondern auf technische Innovationen abgestellt wurde, so kann das Programm doch als Beispiel für die Praktikabilität des **Bedürfnisfeldansatzes** in der FuT-Politik gelten. Die ausführliche Analyse von Bedürfnisfeldern (Ernährung, Mobilität und Wohnen) und das Ableiten von Zukunftsszenarien für diese Felder hat zu FuE-Aktivitäten geführt, in die im Einzelfall auch die Industrie eingebunden werden konnte. Auch die ergänzende Orientierung des Programmes an einem Bedarfsfeld (Wasser) und einem industriellen Sektor (Chemie) kann, da auch hier die langfristige Orientierung auf konkrete Nachhaltigkeitsszenarien beibehalten wurde, als sinnvoll im Sinne einer Orientierung von FuE-Aktivitäten auf Nachhaltigkeit hin bezeichnet werden.

Akteursorientierung

Eine Berücksichtigung von Schlüsselakteuren des FuE-Prozesses aus Industrie und Wissenschaft in der Gestaltung von FuT-Programmen ist naheliegend und gängige Praxis in der FuT-Politik. Es kann als Erfolg angesehen werden, daß es dem Programm durch die frühzeitige Einbeziehung von Schlüsselakteuren gelungen ist, relevante Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen an die angestoßenen Prozesse nachhaltiger Technikentwicklung zu binden. Eine darüber hinausgehende **Einbeziehung von gesellschaftlichen Akteuren** in die Definition von Bedürfnisfeldern und in die Illustrationsprozesse, die im Hinblick auf die Berücksichtigung von Handlungsmöglichkeiten und -schranken und unterschiedliche Problemdefinitonen für eine Orientierung von Forschung und Entwicklung auf Nachhaltigkeit hin nötig erscheint, erfolgte im Rahmen des DTO-Programmes nur in Einzelfällen. Dies hat möglicherweise mit dazu beigetragen, daß die Frage nicht-intendierter Folgen und auch die gesellschaftlichen Randbedingungen der Umsetzbarkeit und Sozialverträglichkeit der in Illustrationsprozessen beschriebenen Techniklinien nicht systematisch berücksichtigt wurden (Weingart et al. 1997).

Für eine stärkere und frühzeitige Partizipation gesellschaftlicher Akteure spricht, daß deren Wissen unverzichtbar ist, um ein umfassendes Bild der Probleme und

Schwierigkeiten, aber auch der Wünsche, Handlungschancen und aussichtsreichsten Entwicklungsrichtungen in einem Bedürfnisfeld zu erhalten. Dies könnte schon bei der Auswahl der technischen Orientierung stärker berücksichtigt werden. Durch eine Berücksichtigung von gesellschaftlichen Akteuren mit ihren Sichtweisen und Interessenlagen könnten auch Akzeptanz- und Umsetzungsproblemen, an denen Innovationen in einem späteren Entwicklungsstadium scheitern können, frühzeitig ins Kalkül gezogen werden. Auch in den von ISOE durchgeführten Interviews wird, aus der Perspektive des Constructive Technology Assessment, darauf verwiesen, daß die Illustrationsprozesse im DTO-Programm de facto zu stark als rein technische Demonstrationsprojekte angelegt worden seien, und nicht – wie ursprünglich vorgeschlagen (vgl. Weterings et al. 1992) – als „sozio-technische“ Experimente und Lernprozesse unter Einbeziehung aller relevanten gesellschaftlichen Gruppen, in denen neue Techniken gesellschaftlich erprobt und weiterentwickelt werden könnten.

Innovationsprozeß und das Leitbild „nachhaltige Entwicklung“

Das Ziel der Nachhaltigkeit konfrontiert die Politik insgesamt mit hohen gesellschaftlichen Erwartungen, die mit einer gerade im Feld der FuT-Politik beschränkten politischen Steuerungsmöglichkeit in Einklang gebracht werden müssen (vgl. Weingart et al. 1997). Mit dem Begriff der Nachhaltigkeit wird im Hinblick auf die gesellschaftliche Entwicklung insgesamt die Notwendigkeit verbunden, Produktions- und Konsumweisen industrialisierter und technisierter Gesellschaften im Hinblick auf die Ziele intergenerativer und intragenerativer Gerechtigkeit z. T. grundlegend zu verändern. Im Hinblick auf die FuT-Politik ist davon auszugehen, daß das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung nicht mit der Weiterentwicklung vorhandener Technologielinien erreichbar sein wird, sondern eine grundsätzliche Umstellung von Forschung und Entwicklung auf das neue Leitbild hin einen Paradigmenwechsel erforderlich macht. Diese Herausforderung ist mit den gängigen verwaltungstechnischen Routinen, den Interessen und Handlungsmöglichkeiten der verschiedenen Akteure des Innovationssystems und konkurrierenden Leitbildern der FuT-Politik zu vermitteln.

Das DTO-Programm trägt von seiner Anlage her beiden Seiten des Spannungsfeldes (hohe gesellschaftlich Erwartungen und Zielvorgaben einerseits, geringe Steuerungsmöglichkeiten andererseits) Rechnung (Weingart et al. 1997): zum einen durch die Orientierung an den Interessen und Handlungsmöglichkeiten wichtiger Akteure des Innovationssystems und zum anderen durch die langfristige Orientierung der angestoßenen FuT-Prozesse. Die Engführung des Programmes auf Technikentwicklung hin und die Operationalisierung nachhaltiger Technik durch die einseitige Orientierung am Effizienzkriterium, die sich dem Vorwurf einer eingeschränkten Problemsicht und einer angesichts der anstehenden nötigen gesellschaftlichen Wandlungsprozesse unzureichenden Problemlösungsstrategie stellen muß (so die Kritik von Umweltgruppen in den Niederlanden; auch ISOE 1997; Spangenberg 1997), kann andererseits als pragmatisch zu rechtfertigende Bedingung des (relativen) Erfolges in der Initiierung von Netzwerken nachhaltiger Technikentwicklung und damit der Vermittlung von Visionen und praktischen Interessen und Handlungsmöglichkeiten gesehen werden (Weingart et al. 1997).

Das Programm trägt mit der Bemühung um Netzwerkbildung der Einsicht der ökonomischen und soziologischen Innovationsforschung Rechnung, daß Innovationsprozesse dynamische und offene von technischen und nicht-technischen Interessen bestimmte Prozesse sind, die von beiden Ende des Prozesses her – der eigentlichen Invention und der Aneignung der Innovationen durch Nutzer – nur eingeschränkt staatlich gesteuert werden können. Die Vorstellung einer gezielten Initiierung oder Gestaltung von Akteursnetzwerken als offenen, möglichst alle interessierten und betroffenen Gruppen integrierten Prozeß der Technikgestaltung, die in den Niederlanden durch das CTA-Konzept repräsentiert wird, entspricht auch den Ergebnissen und Schlußfolgerungen der deutschen Technikgenese- und Innovationsforschung (z. B. Dierkes 1993; Kowol/Krohn 1995; Rammert 1994). Eine offene und kooperative Gestaltung von Technikentwicklung impliziert aber auch die Beteiligung potentieller Nutzer und Anwender (und hierin liegt möglicherweise eine entscheidende Schwäche des DTO-Programmes), um im Sinne der Realisierbarkeit der verfolgten Innovationslinie die Orientierung des Innovationsprozesses an Bedürfnissen und Handlungsmöglichkeiten der für die Diffusion, sprich gesellschaftliche Integration der Innovationen, entscheidenden Akteure (von Unternehmen bis hin zu Verbrauchern) sicherzustellen. Nur so können sowohl zukunftsträchtige als auch realisierbare „Innovationskorridore“ (Weingart et al. 1997) eröffnet werden.

Gerade hinsichtlich der Eröffnung neuer (unsicherer) Innovationskorridore wird in der soziologischen Innovationsforschung nicht nur die unsicherheitsvermindernde Funktion der Kooperation von Entwicklern und potentiellen Anwendern betont (Kowol/Krohn 1995), sondern auch „... die positive, innovationsstimulierende Funktion von utopisch anmutenden Leitbildern und Zukunftsvisionen“ hervorgehoben (Weingart et al. 1997, S. 8). Vor dem Hintergrund dieser Einsichten der Innovationsforschung „machen die auf den ersten Blick als unrealistisch und folglich problematisch erscheinenden Zielvorstellungen (Technologiesprünge, Paradigmenwechsel) ebenso Sinn wie die partizipative, prozeßorientierte und auf die Vernetzung unterschiedlicher Akteure abzielende Programmphilosophie [des DTO-Programmes]“ (Weingart et al. 1997, S. 8).

Aus der Technikgeneseforschung ist die Bedeutung von Leitbildern als integrativer Faktor gerade für neue, hinsichtlich der Realisierbarkeit und der technischen Detailstrukturen noch undeutliche und insofern betriebswirtschaftlich risikoreiche technische Entwicklungslinien bekannt. In solchen Prozessen bündeln Leitbilder die Intuitionen und das Erfahrungswissen relevanter Akteure darüber, was ihnen als machbar und wünschbar erscheint. Sie sind geeignet, die verschiedenen Wahrneh-

mungsmuster der an Innovationsprozessen beteiligten Professionen und sozialen Gruppen aufeinander abzustimmen und können dort, wo neue Innovationswege beschritten werden, als funktionales Äquivalent für (noch nicht etablierte) Kooperations- und Verständigungsroutinen dienen. Sie formulieren Zielpunkte, auf die sich die unterschiedlichen professionellen Kulturen ausrichten können und entlang derer sich ein gemeinsamer Innovationsdiskurs entwickeln kann (Marz/Dierkes 1992). Insofern können Leitbilder einen wichtigen Beitrag zur Stiftung und Integration von Innovationsnetzwerken leisten.

Wenn die relative Unbestimmtheit von Leitbildern in der Anfangsphase eines „Paradigmenwechsels“ einerseits notwendig ist, um die Perspektiven unterschiedlicher Akteure zu integrieren, so ist für die erfolgreiche Durchführung neuer Linien der Technologieentwicklung andererseits eine sukzessive Konkretisierung des Leitbildes erforderlich. Als effizientes und nützliches Leitbild der Technikentwicklung bleibt „nachhaltige Entwicklung“ derzeit noch zu unbestimmt. In bezug auf die Technikentwicklung bietet „Nachhaltigkeit“ als Leitbild gesellschaftlicher Entwicklung zunächst nur eine Problembeschreibung und allgemeine Zielvorgaben, auf die Forschung und Entwicklung antworten sollen. Durch die weitere Operationalisierung des Leitbildes über Nachhaltigkeitsindikatoren für verschiedene Bedürfnisfelder oder Problemfelder und die Festlegung von Reduktionszielen kann diese Problembeschreibung weiter konkretisiert werden. Hieraus ergeben sich aber noch keine Leitbilder der Technologieentwicklung, die o. g. Funktionen erfüllen könnten.

Dem DTO-Programm scheint es durch die Ableitung von Szenarien nachhaltiger Wirtschafts- und Lebensweise entlang der Ziele des niederländischen Umweltplanes und das Verfahren des Back-casting zumindest im Ansatz gelungen zu sein, „nachhaltige Entwicklung“ in verschiedene **technische** Leitbilder im o. g. Sinne zu übersetzen, d. h. in Leitbilder von technischen Entwicklungslinien, die konkret genug sind (und sukzessive konkretisiert werden können) um als integratives Moment neuer Innovationsnetzwerke zu fungieren. Als Erfolg kann hier zunächst schon die Initiierung von Netzwerken gelten, die nicht allein durch die Bereitsstellung öffentlicher Fördermittel, sondern auch von beteiligten Unternehmen selbst getragen sind. Wenn auch damit über die langfristige Stabilität der Netzwerke, den Erfolg der technischen Entwicklungslinie und damit über die Integrationskraft der einzelnen Leitbilder noch nicht entschieden ist, kann das Anstoßen kooperativer Beziehungen doch bereits als Indikator für die Tragfähigkeit der entwickelten Leitbilder gelten. Bei einem so anspruchsvollen Vorhaben, wie dem der „Umstellung“ des Innovationssystems auf ein neues Leitbild, wird aber die staatlichen Unterstützung aussichtsreicher, aber unter dem Gesichtspunkt der marktfähigen Verwertung risikoreicher Innovationsprozesse (im Sinne eines Nischen-Managements) auch langfristig, über die Laufzeit und die finanzielle Ausstattung eines einzelnen FuT-Programmes hinaus nötig sein.

VI. Überlegungen zu einem deutschen Programm zur Förderung nachhaltiger Innovationen

Die Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ sieht für den notwendigen Paradigmenwechsel in der FuT-Politik die **Stimulierung** mittel- und langfristiger Innovationsprozesse für eine nachhaltige Entwicklung wie auch die Förderung eines gesellschaftlichen Diskurses über **Zukunftsvisionen und neue Technologien** als entscheidend an (vgl. Enquete-Kommission 1997, S. 167). Trotz seiner bescheidenen Ausstattung scheint das niederländische DTO-Programm dies für die holländische Diskussion und für die dortige FuE-Landschaft zumindest ansatzweise geleistet zu haben. Die vom DTO-Programm entwickelten und erprobten Methoden und Verfahren stellen – ungeachtet der zahlreichen Einwände und Kritikpunkte im Detail – geeignete Ansätze zur Umsetzung einer an den von TAB vorgelegten (und von der Enquete-Kommission aufgegriffenen) Kriterien einer an Nachhaltigkeit orientierten FuT-Politik dar. Zudem ist der DTO-Ansatz offen für Modifikationen und Erweiterungen, wie sie etwa in der niederländischen Diskussion zu dem Programm vorgeschlagen worden sind. Die niederländischen Erfahrungen können genutzt werden, um Mängel des Programmkonzeptes und Probleme der Programmdurchführung in einem ähnlich ausgerichteten deutschen Programm zu vermeiden. Die (wenn auch begrenzten) Erfolge des Programmes lassen es als aussichtsreich erscheinen, den Ansatz weiterzuverfolgen, um seine Praktikabilität und Leistungsfähigkeit langfristig zu verbessern.

1. Politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen

1.1 Die Bedeutung des Leitbildes in der politischen Diskussion

Grundsätzlich ist zunächst zu fragen, inwieweit das DTO-Programm in den deutschen Kontext übertragbar ist. In dieser Hinsicht ist vor allem der politische und gesellschaftlich Kontext der Einführung des DTO-Programmes in den Niederlanden wichtig. Günstige Voraussetzungen waren in den Niederlanden zweifelsohne durch folgende Faktoren gegeben (ISOE 1997):

- Die relativ stark auf Konsens und Kooperation gesellschaftlicher Akteure orientierte politische Kultur in den Niederlanden stellt ein günstiges Umfeld für ein auf die Etablierung von Innovationsnetzwerken abzielendes Forschungsprogramm dar und hat sicherlich die Zusammenarbeit von Akteuren aus Politik, Forschung und Industrie in den Illustrationsprozessen erleichtert.
- Ebenso als günstig für die Etablierung und Durchführung eines nicht an Technologiefeldern sondern an Bedürfnisfeldern ansetzenden und damit das engere Feld der Forschungs- und Technologiepolitik übergreifenden Programmes, kann die in den Niederlanden (gerade im Bereich der Umweltforschung und Umwelttechnik) praktizierte ressortübergreifende Organisation der FuT-Politik gelten. In diesem Kontext ist das Zustandekommen eines von fünf Ministerien getragenen FuT-Programmes als durchaus nicht ungewöhnlich zu bezeichnen.
- Vor allem die durch den NEPP – als ebenfalls ressortübergreifendes umweltpolitisches Programm – in Gang gekommene breite gesellschaftliche Diskussion um nachhaltige Entwicklung und die Formulierung von Nachhaltigkeitszielen in Kooperation mit wichtigen gesellschaftlichen Akteuren schuf gute Voraussetzungen für das DTO-Programm. Der National Environmental Policy Plan von 1989 stellte zwar keine direkte und notwendige institutionelle Voraussetzung des DTO-Programms dar. Der NEPP hat aber zum einen überhaupt ein Problembewußtsein für die Notwendigkeit einer Neuorientierung der Technikentwicklung und Technologiepolitik im Hinblick auf das Ziel der Nachhaltigkeit entstehen lassen. Zum anderen hat er einen relativ breiten Konsens über die Notwendigkeit einer drastischen Reduktion von Umweltverbrauch und -belastung im Hinblick auf dieses Ziel gesellschaftlich verankert. Diese Reduktionsziele werden nicht zuletzt auch von der Wirtschaft, bzw. den als Zielgruppen angesprochenen Branchen in Form von freiwilligen Vereinbarungen und Selbstverpflichtungen getragen.
- Auch unabhängig von der Formulierung des NEPP ist in den Niederlanden eine früh einsetzende, auch die weitere Öffentlichkeit umfassende Diskussion um nachhaltige Entwicklung zu verzeichnen. So haben die niederländischen Friends of the Earth/Milieudefensie 1992 als erste Umweltorganisation einen Aktionsplan für eine nachhaltige Entwicklung auf nationaler Ebene vorgelegt. Dieser Plan wurde zum Anlaß und Vorbild für eine Reihe ähnlicher Entwürfe, unter anderem auch für die 1995 im Auftrag von BUND und Misereor erstellte Studie „Zukunftsfähiges Deutschland“. In den Niederlanden hat sich darüber hinaus eine Reihe wichtiger gesellschaftlicher, politischer und wissenschaftlicher Institutionen relativ frühzeitig mit Fragen einer nachhaltigen Entwicklung beschäftigt, so z. B. der Rat für Umwelt- und Naturforschung (RMNO), der Wissenschaftliche Rat für Regierungspolitik (WRR) sowie das Rathenau-Institut. Nicht zuletzt ist dabei auch das Konzept des „Umweltraums“ formuliert worden (Weterings/ Opschoor 1992), das seitdem in einer ganzen Reihe von Nachhaltigkeitsstudien aufgenommen und weiterentwickelt worden ist.

Hinsichtlich all dieser Punkte finden sich in der Bundesrepublik zwar andere, aber nicht unbedingt ungünstigere

Ausgangsbedingungen. Es gibt im deutschen politischen System sicherlich kaum vergleichbare Kooperationsroutinen zwischen den politischen Ressorts, und vor allem gibt es bisher keinen nationalen Umweltplan und damit verbunden einen politisch und gesellschaftlich verankerten Kanon von nationalen Umweltzielen. Im Vergleich zu den Niederlanden ha die intensive Auseinandersetzung über „Nachhaltige Entwicklung“ als neues politisches, wirtschaftliches und gesellschaftliches Leitbild in Deutschland erst relativ spät eingesetzt. Das kann u.a. als ein Grund dafür gesehen werden, daß bislang auch kein Umweltplan als Ausdruck eines politischen und gesellschaftlichen Konsenses in Deutschland über Umweltziele zur Förderung von Nachhaltigkeit existiert. Der hohe Grad an „Konsens und Kooperation“, der die politische Kultur der Niederlande auszeichnet, ist in Deutschland ohne Entsprechung (Petschow 1997; Weingart et al. 1997), vor allem ist in der deutschen Politikkultur die diskursive Festsetzung von gemeinsam erarbeiteten Zielen sowie ihre Fixierung in Umsetzungsplänen unüblich. Doch werden im internationalen Vergleich die Bedeutung „quasi-korporatistischer Verhandlungssysteme“ (Weingart et al. 1997) und das vergleichsweise niedrige Konfliktniveau als typisch für die deutsche politische Kultur betont. Auch bestehen im deutschen politischen System recht enge Kooperationsbeziehungen zwischen den politischen Entscheidungsinstanzen, und ein dichtes Netzwerk formaler und informaler Abstimmungsmechanismen zwischen den Politik, Wirtschaft und Wissenschaft ist gerade in der FuT-Politik durchaus gut entwickelt (Spangenberg 1997; Weingart et al. 1997).

Ferner findet sich in Deutschland eine intensive und weit fortgeschrittene Diskussion um nachhaltige Entwicklung Auch wenn hinsichtlich des Verständnisses und der Operationalisierung des Leitbildes die Auffassungen oft weit auseinander liegen, kann „Nachhaltigkeit“ doch als gemeinsamer Bezugspunkt der verschiedenen Gruppen in der Diskussion über eine wünschbare zukünftige gesellschaftliche Entwicklung angesehen werden (Kap. III). Dabei lassen sich drei positive Voraussetzungen für die erfolgreiche Adaption des DTO-Ansatzes feststellen:

- Die deutsche Diskussion zur nachhaltigen Entwicklung hebt gegenüber der niederländischen weniger auf quantifizierte Umweltziele ab. Andererseits werden in Deutschland zumindest teilweise die qualitativen Aspekte dieses Leitbildes stärker in den Vordergrund gerückt (ISOE 1997, S. 87).
- Die zur Entwicklung von Leitbildern in Deutschland geführte Debatte kann als vergleichsweise fortschrittlich gelten (Schade 1997; Spangenberg 1997; Weingart et al. 1997). Die breitere Debatte über Nachhaltigkeit in Deutschland ermöglicht eine bessere Integration technischer, ökonomischer, sozialer und kultureller Aspekte in der Visionsentwicklung.
- In letzter Zeit haben verschiedene gesellschaftliche Kreise (auch aus der Wirtschaft) deutlicher ihr Interesse an langfristig zuverlässig festgelegten Orientierungen in Richtung nachhaltige Entwicklung bekundet.

Insbesondere in der Umweltpolitik hat das Leitbild nachhaltige Entwicklung auch in Deutschland mittlerweile den Stellenwert eines generellen politischen Orientierungsrahmens im Hinblick auf die Formulierung umweltpolitischer Ziele und Maßnahmen erlangt.

Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung „Globale Umweltveränderungen“ (WBGU) hat insbesondere auch die Bedeutung interdisziplinärer Forschung für die Lösung der mit einer an Nachhaltigkeit orientierten Umweltpolitik gestellten Aufgaben hervorgehoben (WBGU 1996, S. 188 ff.). Die vielfältigen ökologischen, ökonomischen und sozio-kulturellen Ursachen von Umweltproblemen seien nur mittels interdisziplinärer Forschungsansätze zu untersuchen, wie auch Schritte in Richtung nachhaltiger Entwicklung eine Berücksichtigung und interdisziplinäre Erforschung des komplexen Wirkungsgefüges ökologischer, ökonomischer und soziokultureller Dimensionen einer nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweise erforderlich machte.

Der Wissenschaftsrat hat eine stärkere Ausrichtung der Umweltforschung am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung gefordert, um die Problemlösungskapazität der Umweltforschung angesichts der Komplexität der Entstehung ökologischer Probleme zu verbessern (Wissenschaftsrat 1994).

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) hat in seinem jüngsten Gutachten (SRU 1998) ein Konzept zur Entwicklung von Umweltqualitäts- und Handlungszielen als Rahmen einer stärker qualitätsorientierten, nicht vorwiegend emissions- und technikbezogenen Umweltpolitik vorgelegt, das sich an den Managementregeln des Leitbildes nachhaltige Entwicklung orientiert. Bewußt plädiert der SRU dabei für einen partizipativen Prozeß der rekursiven Formulierung umweltpolitischer Ziele und Maßnahmen, der offen im Hinblick auf künftige Entwicklungen und notwendige Anpassungen politischer Maßnahmen ist. Wegen der höheren Flexibilität und politischen Praktikabiliät wird einem fortlaufenden Verfahren der Formulierung von Umweltzielen unter Beteiligung der relevanten gesellschaftlichen Gruppen Vorrang gegeben vor der Formulierung eines vollständig integrierten Umweltpolitikplanes. Der SRU sieht als Anknüpfungspunkt für einen solchen Prozeß den vom BMU im Anschluß an die Agenda 21 der Rio-Konvention im Juli 1996 initierten Diskussionsprozeß gesellschaftlicher Gruppen zur Formulierung von Zielen einer nachhaltigen Entwicklung (BMU 1996 und 1997). Auf Einladung des BMU haben hier Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft und von Umwelt- und Verbraucherverbänden in sieben Arbeitskreisen für die Bereiche „Schutz des Klimas“, „Schutz des Naturhaushaltes“, „Ressourcenschonung“, „Schutz der menschlichen Gesundheit“, Umweltschonende Mobilität“, „Umweltethik“ Handlungsziele formuliert und notwendige Maßnahmen zur Einleitung einer nachhaltigen Entwicklung diskutiert. Ergebnisse dieses Diskussionsprozesses haben Eingang in einen mittlerweile vom BMU vorgelegten Entwurf eines umweltpolitischen Schwerpunktprogrammes gefunden, in dem am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung orientierte Ziele der Umweltpolitik festgeschrieben werden (BMU 1998).

Hervorzuheben ist außerdem, daß der Gedanke einer nachhaltigen Entwicklung bereits in einzelnen Programmen der aktuellen Forschungspolitik durchaus eine Rolle spielt. Zu verweisen ist hier vor allem auf das neue Umweltforschungsprogramm (BMBF 1997), das sich ausdrücklich am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung orientiert (vgl. TAB 1997) und einen Beitrag zur Entkopplung des Ressourcenverbrauchs und der Umweltbelastung von der wirtschaftlichen Entwicklung leisten soll. Wenn auch eine ressortübergreifende Umwelt- und Forschungspolitik bisher kaum in einer den Niederlanden vergleichbaren Weise praktiziert wird, so zeigt gerade auch das Umweltforschungsprogramm, daß die im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung nötige Abstimmung zwischen den politischen Ressorts durchaus möglich ist. Das Programm umfaßt nicht nur die Förderaktivitäten des BMBF, sondern auch die Umweltforschungsaktivitäten des BMU, des BML, des BMBau, des BMZ u. a, mit denen das Programm abgestimmt wurde.

1.2 Studien zur Operationalisierung des Leitbildes

Abgesehen von der doch recht starken Selbstbindung der Politik an das Leitbild „nachhaltige Entwicklung“ liegen mittlerweile auch mehrere Studien zur Operationalisierung des Leitbildes vor, an die ein deutsches „nachhaltiges“ FuT-Programm als Ausgangspunkt für eine Exploration aussichtsreicher „nachhaltiger“ Technologieentwicklungslinien und sozialer Innovationen anknüpfen könnte. Diese Versuche einer Konkretisierung von Nachhaltigkeitszielen, Problembeschreibungen und einer nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweise für verschiedene Bedürfnisfelder bieten zwar keinen einem nationalen Umweltplan vergleichbaren Bezugspunkt für eine deutsches Programm zur nachhaltigen Technikentwicklung, können aber als eine generelle Orientierung von FuT-Politik und als Hintergrund für im Rahmen eines deutschen Programmes zur nahhaltigen Technikentwicklung zu entwickelnde Bedürfnisfeldanalysen und Nachhaltigkeitsszenarien dienen.

Die Wuppertal-Studie „Zukunftsfähiges Deutschland“

Für die Verankerung des Leitbildes nachhaltige Entwicklung in einer breiteren umwelt- und entwicklungspolitischen Öffentlichkeit war vor allem die Wuppertal-Studie „Zukunftsfähiges Deutschland“ von Bedeutung. Die im Auftrag des BUND und Misereor erarbeitete Studie definiert Ziele für ein zukunftsfähiges Deutschland und zeigt dafür mittel- und langfristig notwendige und mögliche Änderungen im öffentlichen und privaten Bereich auf. Dadurch soll verdeutlicht werden, daß eine sozial-ökologische Neuorientierung der Gesellschaft nicht nur erforderlich, sondern auch aussichtsreich und erstrebenswert ist. Die Untersuchung will darüber hinaus einen Rahmen für zukünftige und notwendige Forschung über die Anforderungen bzw. die Verwirklichung eines zukunftsfähigen Deutschlands vorgeben (Wuppertal Institut 1996).

Zukunftsfähigkeit wird primär von der ökologischen Seite aus beschrieben; die ökonomischen und sozialen Aspekte sind den ökologischen Oberzielen nachgeordnet. Ausgangspunkt der Studie ist das in den Niederlanden entwickelte Umweltraum-Konzept. Ausgehend von der Begrenztheit der ökosystemaren Belastbarkeit und der Endlichkeit der natürlichen Ressourcen, wird eine gleiche Menge an Pro-Kopf-Nutzungsrechten für alle international zugänglichen Ressourcen vorausgesetzt. Das heißt die beiden Ziele „Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen“ und „internationale Verteilungsgerechtigkeit“ geben den Handlungsrahmen für den Umweltraum vor.

Die Untersuchung gliedert sich in einen eher methodisch, quantitativ ausgerichteten Teil, in dem der Ist-(Umwelt)Zustand analysiert wird und darauf aufbauend Reduktionsziele für den Energie-, Stoff- und Flächenverbrauch identifiziert werden sowie in einen eher strategisch ausgerichteten Teil, in dem die längerfristigen (2050) anzustrebenden Zustände und die dahin führenden Wege und Maßnahmen als Leitbilder beschrieben, mittelfristig anzustrebende Zustände (2010) als mögliche Übergänge diskutiert und Fragen nach der Einbettung in einen Gesamt-Kontext aufgegriffen werden. Zur quantitativen Bestimmung der Grenzen des deutschen Umweltraumes und des Ausmaßes menschlicher Umweltbeeinflussungen wird ein System physischer Größen als Umweltindikatoren herangezogen. Mit Hilfe dieser Umweltindikatoren werden Umweltziele formuliert, die – jedes auf seinem Gebiet – den Stand der Umweltforschung reflektieren. So ist z. B. das Ziel für die Verringerung der deutschen CO_2-Emissionen aus der Klimaforschung übernommen.

Im zweiten zentralen Schritt der Studie werden die stofflich-quantitativen Umweltziele in qualitative Zielvorstellungen überführt. Bei den dazu eingeführten acht Leitbildern handelt es sich um Visionen eines umfassenden Wandels von Produktions- und Lebensweise: Nachhaltigkeit wird weniger durch technische Effizienzsteigerung als durch teils tiefgreifende soziale und ökonomische strukturellen Veränderungen realisierbar gesehen.

Zur Wuppertal-Studie gibt es eine Vielzahl an kritischen Anmerkungen, die von ihrer völligen Ablehnung, über abweichende Interpretationen und Vorstellungen des Nachhaltigkeitsbegriffes bzw. unterschiedliche Hinweise auf die mit einer Umsetzung verbundenen Probleme bis hin zu Kritik aus der spezifischen Sicht einzelner Interessengruppen reichen. Trotz oft scharfer Ablehnung vor allem aus dem Bereich der Wirtschaft – hier werden die in den verschiedenen Leitbildern angerissenen weitgehenden ökonomischen und soziale Wandlungsprozesse sowie die anvisierten Reduktionsziele als illusorisch und nicht sozial- und wirtschaftsverträglich angesehen – wird der Studie doch mehrheitlich zugute gehalten, das bereits existierende Fachwissen zum Thema Nachhaltigkeit gebündelt zu haben und einen Grundstein für weitere Diskussionen gelegt zu haben. Interessant erscheint hinsichtlich der Möglichkeiten einer Stärkung des Leitbildes im Kontext von Forschung und Entwicklung die kritische, aber durchaus positive Stellungnahme zentraler deutscher Wissenschafts-einrichtungen wie dem UFZ Leipzig-Halle, FZ Karlsruhe, KFA Jülich, GSF München, WZB Berlin und Projektträgern des BMBF zur

Studie „Zukunftsfähiges Deutschland“ (vgl. Coenen et al. 1996a). Die Kritik richtet sich auf die Überbetonung der ökologischen Dimension von Nachhaltigkeit, die unzureichende Berücksichtigung des Potentials vorhandener Technologien und der hier durch Effizienzsteigerung möglichen Beitrages für eine nachhaltige Wirtschafts- und Lebensweise, wie auch die abgeleiteten Zielwerte, die als unrealistisch und kaum wirtschafts- und sozialverträglich erfüllbar angesehen werden.

Dennoch wird von den Wissenschaftseinrichtungen gewürdigt und anerkannt, daß mit der Studie erstmals der Versuch unternommen wurde, für Deutschland das Konzept der nachhaltigen Entwicklung durchgängig durch die Formulierung von Umwelt- und Reduktionszielen und Indikatoren zu konkretisieren, mögliche Wege in Richtung „Zukunftsverträglichkeit“ durch Szenarien und Leitbilder aufzuzeigen und daß damit einhergehende Umsetzungsprobleme und Hindernisse zur Diskussion gestellt werden. Darüber hinaus wird positiv vermerkt, daß die Studie nicht nur die Notwendigkeit einer technischen Effizienzsteigerung sondern auch die einer Veränderung von Lebensstilen verdeutlicht.

Umweltbundesamt: „Nachhaltiges Deutschland. Wege zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung“

Das Umweltbundesamt hat mit der Studie „Nachhaltiges Deutschland. Wege zu einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung“ eine umfassende Untersuchung der Ausgangsbedingungen und Ziele wie auch der Umsetzungsmöglichkeiten einer nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweise für fünf Handlungsfelder vorgelegt (UBA 1997):

- **nachhaltige Energienutzung** (gleichberechtigte Darstellung der nationalen und internationalen Entwicklung)
- **nachhaltige Mobilität** (Blick ruht dabei auf den nationalen Umwelthandlungszielen und Maßnahmen)
- **nachhaltige Nahrungsmittelproduktion** (Sichtbarmachen der ökologischen Dimension der Nahrungsmittelproduktion und -weiterverarbeitung, ihres Transportes und Konsums)
- **Stoffstrommanagement als Beitrag zur Nachhaltigkeit – das Beispiel der textilen Kette** (das Beispiel Textilien wurde insbesondere wegen seiner Grundbedürfnisorientierung gewählt)
- **Konsummuster für eine nachhaltige Entwicklung** (Prüfung der ökologischen Bedeutung von Konsum und Aufzeigen von Perspektiven für seine nachhaltige Veränderung)

Die Studie bemüht sich darum, das ganze Spektrum der bei einer Umsetzung des Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung auftretenden Probleme und Hindernisse zumindest ansatzweise transparent zu machen. Nach einer kurzen Beschreibung der Zustandssituation, des fachlichen und öffentlichen Kenntnis- und Entwicklungsstandes sowie der möglichen Ziele im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung, werden zur Prüfung des Grades an Nachhaltigkeit und zur Darstellung der Spannbreite möglicher Entwicklungen für jedes der fünf Handlungsfelder jeweils drei verschiedene Szenarien entworfen:

- Im **status-quo-Szenario** wird ausgehend von einer Fortschreibung der gegenwärtigen Trends und Entwicklungen ein Zukunftsbild im Rahmen der gegenwärtigen und der zur Zeit absehbaren ökonomischen, rechtlichen und politischen Bedingungen, einschließlich der kurz vor der Verabschiedung stehenden Maßnahmen skizziert. Dabei wird im Grunde nicht von einem Anspruch auf nachhaltige Entwicklung ausgegangen.
- Das **Effizienz-Szenario** unterstellt zwar massive Verbesserungen in der technischen Effizienz von Produkionsprozessen und Produkten, allerdings unter den bestehenden ökonomischen, rechtlichen und institutionellen Rahmenbedingungen und Werthaltungen. Vorherrschende Produktions- und Konsummuster bleiben bestehen, gehen jedoch mit einem deutlich geringeren Ressourcen- und Umweltverbrauch einher.
- Das **Struktur- und Bewußtseins-Szenario** geht dagegen von einer alle gesellschaftlichen Bereiche betreffenden Dynamik in Richtung auf eine nachhaltige Entwicklung aus. Es umfaßt insbesondere solche Maßnahmen, die auf eine Veränderung bzw. Fortentwicklung der bestehenden Rahmenbedingungen und gesellschaftlichen Wertvorstellungen abzielen. Unter anderem werden auch hier eine Reihe von Maßnahmen beschrieben, die ohne den Einsatz modernster technischer Entwicklungen zur Beförderung einer nachhaltigen Entwicklung beitragen.

Gerade die im Effizienzszenario und Struktur- und Bewußtseinsszenario entwickelten Einschätzungen zu technischen Verbesserungspotentialen bzw. möglicherweise nötigen strukturellen Wandlungsprozessen, bieten sich als Ausgangspunkt für Überlegungen zur Ausrichtung nachhaltiger Forschung und Entwicklung und für die Suche nach entsprechenden technischen und sozialen Innovationen an.

Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF)

Die Bedeutung der Wuppertal-Studie als Anstoß auch einer Diskussion um die Bedeutung von Forschung und Technologie für eine nachhaltige Entwicklung zeigt sich darin, daß unter anderem als Reaktion auf die breite öffentliche Resonanz der Wuppertal-Studie „Zukunftsfähiges Deutschland“ und der in Folge davon verfaßten Stellungnahmen verschiedener Einrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF), das BMBF an die HGF-Einrichtungen die Aufforderung richtete, anknüpfend an den „Schwachstellen“ und Defiziten der Wuppertal-Studie einen eigenen **Entwurf zur Nutzung der Forschungskapazitäten im Dienste einer nachhaltigen Entwicklung** vorzulegen. Damit soll der Prozeß der Umsetzung bzw. Hinführung zu einer nachhaltigen Entwicklung in Deutschland wissenschaftlich unterstützt werden.

Ausgehend von einem Verständnis des Leitbildes nachhaltige Entwicklung, das die ökologischen, sozialen und

ökonomischen Implikationen gleichrangig behandelt wissen will, soll das vom HGF-Verbund vorgeschlagene Vorhaben Orientierungs- und Handlungswissen für die Politik erarbeiten und zukünftige FuE-Prioritäten und -Strategien mit besonderer Relevanz für eine nachhaltige Entwicklung insbesondere innerhalb der HGF-Zentren initiieren und intensivieren helfen. Hierzu soll das vielfältige in der HGF vorhandene Fachwissen aktiviert und gebündelt werden.

In dem als Verbundvorhaben konzipierten Projekt sollen in interaktiven Schritten folgende Aufgabenfelder bearbeitet werden (vgl. Kopfmüller 1997):

- Entwicklung nationaler Nachhaltigkeitsziele;
- deren „Einsatz“ in entsprechenden Zielsystemen für verschiedene gesellschaftliche Aktivitätsfelder wie Mobilität, Bauen und Wohnen u.a.;
- Analyse von Defiziten in diesen Aktivitätsfeldern im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung auf der Basis von Status quo- und Trendanalysen;
- Analyse von Effizienzpotentialen technologischer und auch sozialer Innovationen für eine nachhaltige Entwicklung sowie – ergänzend dazu – die Identifizierung und Analyse nicht-nachhaltiger Lebensstile sowie Möglichkeiten und Folgen ihrer Veränderung (als Beispiele für derartige Technologien oder Technologiebereiche werden genannt: die Mikrosystemtechnik mit Anwendungspotentialen in nahezu allen technischen Operationszusammenhängen, der Bereich der Energie- und Antriebstechnik, v.a. bzgl. neuer Energiesysteme oder effizienterer Energieerzeugungstechnologien, die Informations- und Kommunikationstechnologie, die Bio- und Gentechnologie mit ihren potentiellen Einsatzfeldern etwa in der Medizin oder auf dem Ernährungs-und Landwirtschaftssektor);
- Identifikation geeigneter Maßnahmen und Instrumente zur Nutzung dieser Effizienzpotentiale;
- Analyse der Folgen sowie der Realisierungsbedingungen und -hemmnisse solcher Maßnahmen, wie auch der institutionellen Erfordernisse zur Umsetzung einer Nachhaltigkeitspolitik (capacity building).

Im Vergleich zu den meisten anderen Studien, die sich primär auf die ökologische Dimension konzentrieren (Ein-Säulen-Modell), verfolgt das HGF-Vorhaben den Anspruch, allen drei Aspekten, also neben den ökologischen auch den sozialen und ökonomischen Gesichtspunkten, gleichermaßen gerecht zu werden (Drei-Säulen-Modell). Im Vordergrund stehen dabei insbesondere die Effizienzverbesserungspotentiale von Innovationen technologischer und sozialer Art und die Chancen zu ihrer Nutzung.

Für die Akzeptanz wie auch die Umsetzung von Projektergebnissen ist neben der Politik und den HGF-Forschungseinrichtungen an eine enge Einbindung relevanter gesellschaftlicher Akteure während der gesamten Laufzeit des Vorhabens gedacht. Um eine effektive Interaktion zu gewährleisten, sind verschiedene Formen des Austausches, der Information und Kommunikation geplant wie z.B. Projektbeirat, Runde Tische, Workshops, öffentliche Präsentation von Zwischenergebnissen.

In einem zur Zeit laufenden, vom BMBF geförderten Projekt wird eine Synopse vorliegender Studien, Programme und Pläne zur Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung sowie eine Bestandsaufnahme zur Operationalisierung des Nachhaltigkeitskonzeptes (Nachhaltigkeitsziele, -kriterien und -indikatoren) erstellt. Hierauf sowie auf einem Überblick über die FuE-Aktivitäten zum Thema Nachhaltigkeit innerhalb und außerhalb der HGF aufbauend sollen politische Handlungsoptionen sowie forschungsrelevante Empfehlungen hinsichtlich bestehender Wissensdefizite und offener Fragen entwikkelt werden. Intendiert ist die schließliche praktische Umsetzung der FuT-politischen Empfehlungen in konkrete Technologieentwicklungen und wissenschaftliche Forschungsvorhaben innerhalb der HGF. Die dann verfolgten „nachhaltigen“ FuE-Projekte sollen durch eine systematische Begleitforschung im Hinblick auf ihren Beitrag zu nachhaltiger Entwicklung und mögliche nicht-intendierte Folgen untersucht werden.

Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“

Durch die Arbeiten der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ ist insbesondere die Notwendigkeit technologischer Umorientierungen und eines Paradigmenwechsels in Richtung einer an Nachhaltigkeit orientierten Innovations- und Technologiesowie Forschungspolitik betont worden.

Die Enquete-Kommission, die sich in ihrer Arbeit an einer vorwiegend von der ökologischen Problematik ausgehenden Operationalisierung von nachhaltiger Entwicklung orientiert hat, um von hieraus die ökologischen, sozialen und ökonomischen Aspekte zu integrieren, hat mittlerweile für den Problembereich „Böden“ einen Katalog von Umwelthandlungszielen und Umweltqualitätszielen vorgelegt. Am Beispiel des Bedürfnisfeldes „Bauen und Wohnen“ wurde das Leitbild „nachhaltige Entwicklung“ in seinen ökologischen, sozialen und ökonomischen Zieldimensionen konkretisiert, die Rahmenbedingungen seiner Umsetzung analysiert und schließlich Maßnahmen zur Umsetzung und politische Handlungsoptionen entwickelt. Der von der Kommission vorgelegte Katalog qualitativer Nachhaltigkeitsziele im Bereich Bauen und Wohnen (wie z. B. Minimierung der Lebenszykluskosten von Gebäuden, Reduzierung des Flächenverbrauchs, Vernetzung von Arbeiten, Wohnen und Freizeit in der Siedlungsstruktur, Orientierung der Stoffströme im Baubereich an den Zielen der Ressourcenschonung; Enquete-Kommission 1997, S. 107) wären als Orientierungsrahmen für eine entsprechendes Programm interdisziplinärer Forschung und Entwicklung zu diesem Bedürfnisfeld durchaus geeignet.

Zudem hat die Enquete-Kommission einige grundsätzlichen Überlegungen zur Bedeutung von Innovationen für eine nachhaltige Entwicklung vorgelegt, an die ein deutsches Programm zur nachhaltigen Technologieent-

wicklung anknüpfen könnte. Die Enquete-Kommission hält im Hinblick auf nachhaltige Entwicklung einen breiten Innovationsbegriff für angemessen. „Im Sinne des integrativen Konzeptes der nachhaltigen zukunftsverträglichen Entwicklung bilden wissenschaftlich-technische, ökonomische, soziale und kulturelle Innovationen eine Handlungseinheit“ (Enquete-Kommission 1997, S. 144). Sowohl Effizienz, Suffizienz als auch Konsistenz werden dabei als Kriterien angesehen, an denen sich die „Nachhaltigkeit“ von Innovationen bemißt. Für eine nachhaltige Entwicklung sieht die Enquete-Kommission zudem eine breite Beeinflussung des Innovationsprozesses als wesentlich an. Entsprechend ist nicht nur die Forschungs- und Technologiepolitik angesprochen, sondern auch andere Politikfelder, die nach Einschätzung der Enquete-Kommission einen entscheidenden Einfluß auf das Innovationssystem haben, wie „Wirtschaft, Finanzen, Verkehr, Kommunikation und Soziales sowie weiter Faktoren wie Humankapital, Ausbildungssysteme, Infrastruktur, Kultur und Lebens- und Konsumstile“ (Enquete-Kommission 1997, S. 145 f.). Die Enquete-Kommission plädiert somit für eine breite ressortübergreifende Orientierung einer nachhaltigen Innovationspolitik. Die im Hinblick auf nachhaltige Entwicklung erforderliche Neuorientierung von Forschung und Entwicklung sieht sie nicht durch eine Konzentration auf neue Themen und Fragestellungen zu verwirklichen. „Die Integration von ökologischen, sozialen, ökonomischen und technischen Fragestellungen benötigt auch neue methodisch-konzeptionelle Zugänge zu Forschung und Wissenschaft...“. (Enquete-Kommission 1997, S. 164) Hinsichtlich dieser Neuausrichtung orientiert sich die Enquete-Kommission an den von TAB (1997) vorgelegten Kriterien für nachhaltige Forschung und Entwicklung (Enquete-Kommission 1997, S. 166).

2. Politische und gesellschaftliche Verankerung eines deutschen Programmes zur Förderung nachhaltiger Innovationen

Mit den Ergebnissen der bisher geführten Diskussion zu nachhaltiger Entwicklung liegen ausreichende Grundlagen für einen Orientierungsrahmen eines deutschen Programmes zur Förderung nachhaltiger Innovationen vor. Es liegt nahe, daß das Programm die o. g. Konzepte aufgreift, um hieraus grobe qualitative Zielvorgaben für das FuE-Programm abzuleiten, die wiederum als Orientierungspunkte für Bedürfnisfeldanalysen dienen können, auf die hin dann entsprechende Illustrationsprozesse auszurichten wären. Wichtig wäre, daß ein für das Programm einzurichtender Beirat das Programm auch personell an die laufende Diskussion über Nachhaltigkeitsziele und Umweltqualitätsziele rückkoppelt.

Sollte das vom SRU (1998) vorgeschlagene offene und rekursive Verfahren der Formulierung umweltpolitischer Ziele realisiert werden, so wäre über den Beirat eine ständige Rückkoppelung des Forschungsprogrammes an die hier entwickelten Nachhaltigkeits- und Umweltqualitätsziele zu gewährleisten. Sicherzustellen wäre darüber hinaus die Berücksichtigung von Schlüsselakteuren des Innovationssystems schon bei der Besetzung des Beirates, um eine möglichst hohe Akzeptanz und Beteiligungsbereitschaft im Hinblick auf die zur erfolgreichen Durchführung der Illustrationsprozesse und eine mögliche Initiierung von für die Innovationsprozesse nötigen Akteursnetzwerke zu gewährleisten.

Aus der Innovationsforschung ist bekannt, daß die Bildung von Innovationsnetzwerken (z. B. zwischen Entwicklern und Anwendern) – so bedeutend diese für den Erfolg eines Innovationsprozesses sind (vgl. Kowol/ Krohn 1995) – ein hoch voraussetzungsvoller Prozeß ist, in dem persönliche Beziehungen eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen. Gerade bei der Installation eines Programmes zur nachhaltigen Technikentwicklung mit zunächst notwendigerweise diffusen inhaltlichen Zielvorstellungen, die an den Routinen und Orientierungen von Schlüsselakteuren des Innovationssystems nicht unmittelbar anschließen, sind bereits bestehende Kooperationsbeziehungen wichtige Instanzen der „Unsicherheitsabsorption“ (Weingart et al. 1997, S. 13). So empfiehlt es sich, in das Steuerungs- und Beratungsgremium solche Personen zu berufen, die Mitglieder in heterogen zusammengesetzten Gremien sind, die sich bereits mit dem Thema „nachhaltige Entwicklung“ befassen. In dieser Hinsicht könnten die vom BMU eingerichteten Arbeitskreise (BMU 1997) für einen einzurichtenden Beirat hilfreich sein.

Neben der Anknüpfung an bereits bestehende Kooperationsbeziehungen zum Thema Nachhaltigkeit, sollten möglichst bereits bestehende Innovationsnetzwerke, die sich um andere Programme des BMBF gebildet haben, genutzt werden. Hierbei ist nicht allein an die Förderprogramme und Schwerpunkte im Rahmen der Umweltforschung zu denken, in denen der Gedanke nachhaltiger Entwicklung bereits als Leitbild eine zentrale Rolle spielt (TAB 1997). Es käme insbesondere darauf an, die in den einzelnen technologieorientierten Förderprogrammen existierenden und bewährten Kooperationsbeziehungen zu nutzen. Die Bedeutung, die den Verbundprojekten und den sog. Leitprojekten, als Instrumente zur Stärkung einer interdisplinären und problem- und anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung in der Förderpolitik des BMBF derzeit zukommt (TAB 1997), dürften die Voraussetzungen dafür, wissenschaftliche Einrichtungen für ein interdisziplinär und problemorientiert ausgelegtes FuE-Programm zur nachhaltigen Entwicklung zu interessieren, verbessert haben (Petschow 1997; Schade 1997).

Ein dem DTO-Programm vergleichbares deutsches Förderprogramm hätte zwar andere Aufgaben als das aktuelle ressortübergreifende Umweltforschungsprogramm der Bundesregierung, müßte aber engen Kontakt zu den Arbeiten und Ergebnissen der einzelnen Förderschwerpunkte des UFO-Programmes halten. Das UFO-Programm betont den gestaltenden Aspekt der Umweltforschung und will einen Beitrag zur Entwicklung von Konzepten nachhaltigen Wirtschaftens leisten. Hierbei soll nicht allein die Förderung neuer Technologien betont werden, sondern, ausgehend von den derzeitigen Konsummustern und Lebensstilen, an regionalen Pro-

blemen nachhaltiger Entwicklung angeknüpft werden. Der hierbei vorgesehene interdisziplinäre Ansatz und die intendierte Kooperation mit Akteuren über die Forschung hinaus läßt das Entstehen von Innovationsnetzwerken erwarten, die auch für ein deutsches Programm von Nutzen sein könnten. Der derzeitige Förderschwerpunkt „Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften", der sich vorrangig mit nicht-technischen, sozialen und wirtschaftlichen Innovationen für ein nachhaltiges Wirtschaften befassen soll, könnte im Hinblick auf die Exploration auch nicht-technischer Innovationen und die integrierte Betrachtung technischer, ökologischer und gesellschaftlicher Veränderungen und die damit zusammenhängenden anspruchsvollen analytischen und konzeptionellen Fragen, die ein Programm zu Förderung nachhaltiger Innovationen zu bewältigen haben wird, hilfreich sein. Ebenso sollten die Arbeiten im Rahmen des geplanten HGF-Verbundprojektes für die Konzeption eines an Nachhaltigkeit orientierten FuE-Programmes und die Phase der Exploration aussichtsreicher Entwicklungslinien genutzt werden.

Darüber hinaus können bestehende Netzwerke im Umweltbereich förderlich sein. Zum einen haben sich hier in den letzten Jahren Formen der Zusammenarbeit zwischen den für die öffentliche Verbreitung einer nachhaltigen Entwicklung wichtigen NGOs und Unternehmen etabliert (z.B. hat die Firma Foron im sächsischen Scharfenstein mit Greenpeace kooperiert und FCKW-freie Kühlschränke auf den Markt gebracht). Ein weiterer Vorteil bestünde darin, daß im Umweltbereich in den letzten Jahren ganz neue Akteure entstanden sind bzw. an Bedeutung gewonnen haben, die vielleicht ein bisher zu wenig wahrgenommenes Innovationspotential aufweisen. So hat es im Bereich der Klimapolitik im Umfeld des Berliner Klimagipfels 1995 einen Zusammenschluß von Wirtschaftsunternehmen zum **European Business Council for a Sustainable Energy Future** gegeben, der seitdem versucht, das Konzept der Nachhaltigkeit für den Energiebereich auszuformen und ökonomisch interessante Umsetzungsformen zu finden. Außerdem treten, ebenfalls im Bereich der Klimapolitik, immer deutlicher Städte und Kommunen als Akteure hervor, die in Zusammenarbeit mit lokalen Unternehmen und EVUs zusammenarbeiten, um erhebliche CO_2-Minderungen auf Städteebene umzusetzen (Weingart et al. 1997).

3. Zur Zielsetzung des Programmes

Zwar erscheint es aus der Perspektive einer am Ziel nachhaltiger Entwicklung orientierten Politik wünschenswert, Nachhaltigkeit als generelles Leitbild der gesamten FuE-Aktivitäten in das Innovationssystem zu integrieren. Im Hinblick auf die Forschungsförderung würde dies bedeuten, die Kriterien einer nachhaltigen Forschung und Entwicklung als verbindlichen Orientierungsrahmen in die verschiedenen breichsspezifischen Forschungs- und Technologieförderprogramme zu integrieren, anstatt ein Sonderprogramm für nachhaltige Technikentwicklung aufzulegen (Schade 1997). Soll dies aber zu einer wirklichen Umstellung des Innovationssystems insgesamt führen, ist die Bereitschaft der relevanten Akteure des Innovationssystems, ihre FuE-Aktivitäten entsprechend der Operationalisierung des Leitbildes auszurichten, erforderlich. Angesichts der sehr heterogenen Vorstellungen, die mit nachhaltiger Entwicklung verbunden sind und der weitgehend vorherrschenden disziplinären Ausrichtung der Forschungslandschaft wie auch der kaum unmittelbar an die auf Marktgängigkeit orientierten FuE-Aktivitäten der Unternehmen anschließbaren Zielsetzung nachhaltiger FuT-Politik kann eine solche Strategie als derzeit zu vorausetzungsvoll und damit wenig erfolgversprechend angesehen werden. Zudem besteht die Herausforderung nachhaltiger FuT-Politik ja darin, quer zu einzelnen Technologiefeldern übergreifende, problem- und bedürfnisfeldorientierte und verschiedene Disziplinen und Akteure integrierende Innovationsprozesse in Gang zu setzen, was eine grundsätzliche Umstrukturierung der FuT-Politik weg von der Förderung spezifischer Technologien und hin zu einer an Bedürfnis- oder Problemfeldern orientierten Förderpolitik implizieren würde. Das Ziel einer an Nachhaltigkeit orientierten FuT-Politik kann kaum in der staatlichen Förderung von bestimmten Technologiefeldern liegen, sondern in der Stimulation von nachhaltigkeitsorientierten Innovationsprozessen, die soweit möglich in Eigenregie und -verantwortung wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Akteure durchgeführt werden. Mittels welcher Strategien und Instrumente dieses Ziel langfristig zu erreichen ist, dazu liegen derzeit (auch international) bislang wenig (bis keine) Erfahrungen vor.

Nachhaltige Innovationspolitik ist derzeit im wesentlichen noch ein Suchprozeß nach Inhalten und Aufgaben einer nachhaltigen Technikentwicklung, nach gangbaren Wegen einer „nachhaltigen" Gestaltung forschungspolitischer Programme und Instrumente sowie auch nach Möglichkeiten, das Leitbild an Arbeitsweise und Interessen der relevanten Akteure des Innovationssystems anzuschließen. Die Etablierung eines Initialprogrammes im Sinne des DTO-Ansatzes als spezielles Förderprogramm im Rahmen der Förderungspolitik des BMBF könnte die Konturen nachhaltiger FuT-Politik weiterentwickeln und exemplarisch die Realisierbarkeit langfristig angelegter, d.h. kaum kurzfristig in marktgängige Produkte umsetzbarer, komplexer, technische und nicht technische Aspekte berücksichtigender Innovationsprozesse aufzeigen.

Zielsetzung eines solchen Initialprogrammes kann damit auch nicht allein die (exemplarische) Entwicklung neuer nachhaltiger Technologien sein. Hinsichtlich der Initiierung neuer Kooperationsbeziehungen zwischen Unternehmen, Wissenschaft und Anwendern/Konsumenten ist der Fokus auf die Entwicklung „nachhaltiger" Technologien sinnvoll. Darüber hinaus müßte die Zielsetzung in der Entwicklung von Fragestellungen der angewandten Grundlagenforschung für bestimmte ausgewählte Bedürfnisfelder liegen (Schade 1997), wie auch in der Erarbeitung umfassender Konzepte einer nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweise für bestimmte Bedürfnisfelder. Auch das DTO-Programm konnte nur in Einzelfällen Prozesse der Entwicklung nachhaltiger Technik anstoßen. Die vielleicht wichtigere Funktion im derzeitigen Stadium könnte in der Entwicklung von Fragestel-

lungen einer an Nachhaltigkeit orientierten Forschung und Entwicklung liegen, die dann sukzessive in anderen oder neuen Programmen aufgegriffen werden könnten, um so einen langfristigen Prozeß der Integration des neuen Leitbildes in die FuE-Förderung und das Innovationssystem in Gang zu setzen.

Im DTO-Programm haben letzteres die Funktion der Entwicklung von Visionen und Szenarien übernommen. Mittels einer stärkeren Betonung der interdisziplinären **wissenschaftlichen** Erarbeitung von Konzepten nachhaltiger Entwicklung unter Beteiligung der für die Bedürfnisfelder wichtigen Akteursgruppen könnten zwei Schwächen des DTO-Programmes vermieden werden. Zum einen wäre ein kontrollierteres Verfahren gewährleistet, die Nachhaltigkeits-Visionen in den Bedürfnisfeldern, von denen im DTO-Programm das Back-casting ausgeht, zu gewinnen. Im DTO-Programm scheint dies doch eher ad-hoc und intuitiv erfolgt zu sein (vgl. de Meere/Berting 1996). Dazu könnten geeignete Methoden (z. B. Delphi-Verfahren, Zukunftswerkstätten, Befragungen) zum Einsatz kommen. Zum anderen wäre hierdurch eine stärkere Integration naturwissenschaftlich-technischer und sozialwissenschaftlicher Perspektiven schon in der Phase der Problembeschreibung und Konzeptualisierung von Nachhaltigkeit gewährleistet, die auch in der späteren Phase der Illustrationsprozesse für eine bessere Verbindung von Technikentwicklung mit Fragen des gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Kontextes sorgen könnte. Es wäre zu prüfen, inwieweit der derzeit im Rahmen des Umweltforschungsprogramms verfolgte Förderschwerpunkt „Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften“ in ein Initialprogramm integriert werden könnte bzw. ob dieser Schwerpunkt sich als Nukleus für die Entwicklung eines Initialprogrammes eignet.

Für eine Schwerpunktsetzung auf Technikentwicklung spricht die Anschlußfähigkeit an die Interessen und Orientierungen der relevanten Akteure des Innovationssystems – insbesondere der Unternehmen. Es erscheint aber zum einen wünschenswert, den Prozeß der Suche nach Innovationen für eine nachhaltige Entwicklung im Hinblick auf soziale Innovationen – insbesondere die Möglichkeiten der Veränderung von Lebensstilen und Konsumgewohnheiten, Alternativen zur Bedürfnisbefriedigung durch materiellen Konsum, Veränderung von Arbeitsorganisation und Produktionsweisen – offenzuhalten. Zum anderen dürfte es für ein Programm, dessen Aufgabe vorwiegend in der Exploration und Anregung von „nachhaltigen“ Innovationsprozessen liegt, auch praktikabel sein, sowohl technische als auch nicht-technische Innovationen einer nachhaltigen Entwicklung zu verfolgen und entsprechende Projekte zu unterstützen. Ebenso wäre für die Zielsetzung des Programmes wie auch für die zu entwickelnden Visionen oder Konzepte nachhaltigen Wirtschaftens eine Entscheidung für eine alternative Orientierung an Suffizienz- oder Effizienzstrategien nicht geboten. Ein entsprechendes Initialprogramm sollte also, auch weil die Operationalisierung des Leitbildes in der öffentlichen Diskussion und in den vorliegenden Versuchen wissenschaftlicher Operationalisierung, einen begründeten Ausschluß der einen auf Kosten der anderen Strategie nicht nahelegt, also durchaus nicht als Technologieförderprogramm, sondern offener als Programm zur Förderung von „Innovationen für eine nachhaltige Entwicklung“ angelegt sein.

4. Konzeptionelle Aspekte

Vom methodischen Ansatz her hat das DTO-Programm gezeigt, daß entscheidende Kriterien einer nachhaltigen Forschung und Entwicklung wie Bedürfnisfeldansatz, Problemorientierung und Akteursbezug prinzipiell in ein FuT-Programm umsetzbar sind. Allerdings zeigten sich auch Probleme, die bei einer Adaption des Ansatzes in die deutsche FuT-Politik berücksichtigt werden müßten.

Interdisziplinarität

Die mangelnde Integration technisch-naturwissenschaftlicher und sozialwissenschaftlicher Forschung im DTO-Programm und der implizite technisch-naturwissenschaftlichen Überhang des Programms, sowie der marginale Status des Sonderprogrammes „Kultur, Struktur, Technik“ ist nicht allein organisatorischen Mängeln des Programmes anzulasten. Dieses Muster ist der Normalfall und einer – wie immer wünschbaren – interdisziplinären Technikentwicklung stehen strukturelle und epistemiologische Hindernisse entgegen, die nur schwer lösbar sind (Weingart 1997). Die Umsetzung dieses Kriteriums wird in der Wissenschaftslandschaft durch die fachdisziplinäre Ausrichtung der Forschungseinrichtungen und die weitgehend fehlende Unterstützung für fachübergreifendes Arbeiten an den Hochschulen behindert.

Das Profil der an der Wahrnehmung von Problemen beteiligten Disziplinen bestimmt zugleich die Konturen des Problems. Es kann kaum im Vorfeld – also vor der eigentlichen Problemdefinition – über das für ein Forschungs- oder Entwicklungsprojekt „angemessene“ Disziplinenprofil entscheiden werden. Die Aufgabe der FuT-Politik liegt im Grunde darin, die potentiellen Beiträge aus den verschiedenen Wissenschaftskulturen durch möglichst langes „Offenhalten“ der Beteiligungen zu initiieren. Das kann nur jeweils am konkreten Fall erfolgen und auf diesen bezogen sein (Weingart et al. 1997)

Im Rahmen eines Förderprogramms „Innovationen für eine nachhaltige Entwicklung“ kann eine wesentliche Voraussetzung interdisziplinärer Forschung und Technikentwicklung, die interdisziplinäre Problembeschreibung, durch die systematische Entwicklung von Konzepten nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweise und entsprechender Szenarien gewährleistet werden. Schon in dieser Phase sollte darauf geachtet werden, daß die thematische Ausgestaltung eine Integration soziokultureller Aspekte zuläßt und daß Werte- und Strukturwandel sowie soziale Innovationen von vornherein Elemente aller Visionen sind. Der interdisziplinäre (und partizipative) Zuschnitt dieses „Vorlaufs“, aus dem konkrete Forschungsfragen und Entwicklungsprojekte abgeleitet werden, kann auch die Chancen einer späteren funktionierenden Kooperation in den Illustrationsprozessen erhöhen.

Förderlich in dieser und auch den weiteren Phasen kann auch die Einsetzung eines Projektmoderators sein. Personen oder Einrichtungen mit Erfahrungen in der Bearbeitung interdisziplinärer oder transdisziplinärer Fragestellungen werden am ehesten geeignet sein, eine solche integrierende Moderatorenrolle zu übernehmen. Die im Rahmen des Programms initiierten Innovationsprozesse werden vor allem durch die Langfristigkeit der Entwicklungsperspektive gekennzeichnet sein. Damit kommt dem Aspekt der Abschätzung von Folgen und der Untersuchung von Rahmenbedingungen der Diffusion der intendierten Innovationen besondere Bedeutung zu. Deshalb könnte der Folgenforschung und der TA eine besondere Bedeutung auch hinsichtlich der Integration der verschiedenen Fragestellungen und Disziplinen, die an den Illustrationsprozessen zu beteiligen sind, zukommen. „Die TA muß Teil der Projektleitung sein und den Forschungsprozeß permanent begleiten. Dies erfordert über die eigentliche Forschung hinaus personelle und finanzielle Ressourcen und der hierfür erforderliche Aufwand muß gesondert gefördert werden“ (Schade 1997, S. 11).

Langfristorientierung

Die wesentliche Aufgabe einer nachhaltigen FuT-Politik besteht darin, das Leitbild „nachhaltige Entwicklung“ in konkrete Aufgaben für Forschung und Entwicklung zu übersetzen. Die große Herausforderung liegt dabei in der Langfristigkeit der Zielperspektive und der damit verbundenen Undeutlichkeit möglicher Wege der Zielerreichung. Die Konkretisierung der Ziele und die Ableitung möglicher zielführender Innovationsprozesse wurde im DTO-Programm mittels des Back-casting-Verfahrens vorgenommen.

Grundsätzlich muß ein Planungsverfahren, das mit einem weiten Zeithorizont arbeitet, mit hoch spekulativen Annahmen arbeiten. Der weite Zeithorizont (2040 oder gar 2050), der im DTO-Programm angelegt wurde, war hinsichtlich der intendierten Identifikation von neuartigen Linien der Technikentwicklung (Trendbrüchen) möglicherweise angemessen. Andererseits muß auch ein Verfahren des „Rückwärtsplanens“ wie das Back-casting immer an bestehendem technischen Wissen und sich abzeichnenden Innovationspfaden anknüpfen. Der im Hinblick auf die Diskussion um nachhaltige Entwicklung interessante Aspekt des Back-casting-Verfahrens liegt sicherlich darin, daß er eine langfristige Zielperspektive der Technikentwicklung mit dem – auch in der Nachhaltigkeitsdiskussion in Deutschland stark verankerten – Bedürfnisfeldansatz kombiniert. Dies läßt das Verfahren auch für ein mögliches deutsches Programm zur nachhaltigen FuE interessant und anschlußfähig erscheinen. Zu überprüfen wäre aber, ob durch die Wahl eines kürzeren Zeithorizontes die für die einzelnen Bedürfnisfelder zu entwickelnden Szenarien weniger spekulativ, die zu entwickelnden Illustrationsprozesse nichtsdestoweniger innovativ, aber stärker anschlußfähig an vorhandenes Wissen und die Interessen der Akteure ausfallen könnten.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Entwicklung von Szenarien oder Visionen durch einen stärkeren wissenschaftlichen Input systematisiert werden könnte. Hier, wie auch in der Ausgestaltung der Illustrationsprozesse und möglicher konkreter Entwicklungsprojekte, wäre der Aspekt des „Vorwärtsplanens“ stärker zu berücksichtigen. Hinsichtlich der nötigen Einschätzung der Tragfähigkeit oder (prinzipiellen) Umsetzbarkeit der ausgewählten Innovationsprozesse weist der Back-casting-Ansatz möglicherweise ein Defizit auf (Schade 1997). Entscheidend ist – unabhängig von der Art des methodischen Vorgehens –, wie sorgfältig bei der Programmdurchführung mit den Unwägbarkeiten und Unsicherheiten, insbesondere den für weite Zeithorizonte unbekannten wissenschaftlichen, gesellschaftlichen, technischen und ökonomischen Bedingungen, umgegangen wird. Eine stärkere Verknüpfung des Back-casting-Ansatzes mit einem prognostischen Ansatz, um in systematischer Weise Folgenabschätzungen in die Exploration von Innovationslinien integrieren zu können, wäre im Sinne einer systematischen Überprüfung von Bedingungen (technischer) Machbarkeit, der Chancen und Rahmenbedingungen der Implementation (z. B. auch von Fragen der Anwender- und Verbraucherakzeptanz), dem möglichen Problemlösungsbeitrag der verfolgten Innovationslinie sowie der möglichen nicht-intendierten kontraproduktiven Folgen wünschenswert.

Akteursbezug

Einer der Haupteinwände aus der niederländischen Diskussion bezieht sich auf die zu geringe, zu selektive oder zu späte Einbeziehung gesellschaftlicher Akteure und Akteursgruppen in die Durchführung des DTO-Programmes. Dies kann den Erfolg eines Programms zur nachhaltigen Technikentwicklung in dreierlei Hinsicht entscheidend verringern (ISOE 1997): Erstens verfügen die potentiellen Nutzer und Anwender von Techniken selbst über ein hohes Maß an Erfahrungswissen; dieses sollte daher in den verschiedenen Phasen von Innovationsprozessen gezielt genutzt werden. Zweitens können „nachhaltige“ Innovationen an kulturellen Barrieren, an festgefahrenen Routinen oder fehlender Integrierbarkeit in Alltagsabläufe scheitern. In solchen Fällen werden entsprechende Innovationen sich auf dem Markt nicht durchsetzen – weder tritt dann die technisch mögliche Umweltentlastung ein noch wird die Herstellung auf Dauer wirtschaftlich tragfähig sein. Drittens schließlich ist die Berücksichtigung von Kriterien der Sozialverträglichkeit selbst ein integraler Bestandteil nachhaltiger Entwicklung (vgl. Enquete-Kommission 1997, S. 152 ff.); auch dies erfordert eine breite Einbeziehung unterschiedlicher gesellschaftlicher Akteure, ihrer Bedürfnisse, Interessen und Zukunftsvorstellungen.

Aus diesen Gründen sollten die partizipativen Elemente eines Programms zur nachhaltigen technischen Entwicklung sowie sein Charakter als gesellschaftlicher Lernprozeß gestärkt werden. Unterschiedliche gesellschaftliche Akteure sollten auf den verschiedenen Ebenen des Such- und Innovationsprozesses einbezogen werden. Zur Integration partizipativer Elemente in die verschiedenen Phasen der Programmabwicklung (Entwurf von Szenarien, Ableitung von aussichtsreichen Innovationsprozessen, Entwicklung der Illustrationspro-

zesse) bieten sich eine Reihe von Ansätzen und Methoden an, die differenziert und zielgerichtet eingesetzt werden sollten. Diese können reichen von Erhebungen der Wünsche, Bedürfnisse und Zukunftsbilder von Konsumenten/innen über Workshops und Konsensus-Konferenzen sowie die Einbeziehung wichtiger Ziel- und Pioniergruppen in innovative Prozesse bis hin zur institutionellen Beteiligung von Umwelt- und Verbraucherorganisationen an der Programmgestaltung oder an der Auswahl von Illustrationsprozessen.

Als eine methodische Ergänzung und Erweiterung des Such- und Innovationsprozesses bietet sich auch der Ansatz des Produktlinien-Controlling an (vgl. Enquete-Kommission 1997, S. 150 f.; Schramm et al. 1996). Ähnlich wie für integrierte Umwelttechnik sind die Durchsetzungschancen für nachhaltige Technik maßgeblich von der langfristigen Planungssicherheit für Unternehmen abhängig (vgl. Coenen et al. 1996 b). Die Innovationsbereitschaft der Einzelunternehmen kann einerseits durch eine umweltpolitische Langfristplanung (z. B. einem nationalen Umweltplan) verbessert werden, andererseits durch systematischen Einbezug der Kenntnisse aller im Wertschöpfungsprozeß vor- bzw. nachgelagerten Wirtschaftsakteure.

Derzeit sind in der deutschen Wirtschaft auf ökologische Innovationen gerichtete Kommunikationsprozesse, die die gesamte Wertschöpfungskette (Produktlinie) umfassen, sowie die damit einhergehenden systematischen und organisierten Akteurskooperationen noch in einem im Vergleich zu den Niederlanden frühen Entwicklungsstadium (vgl. Rathenau Instituut 1996; Schramm et al. 1996). Die Verknüpfung von technology-push- und demand-pull-Innovationsstrategien im Sinne einer Vernetzung von Entwicklern, Herstellern, Nutzern und „Entsorgern“ von Produkten bzw. Werkstoffen entlang einer Produktlinie sollte möglichst auf dem Bedürfnisansatz und unabhängig erstellten Ökobilanzen sowie weiteren, z. B. ressourcenökonomischen Bewertungen aufbauen (ISOE 1997).

5. Finanzierung – Laufzeit – Umfang

Die Erfahrungen des DTO-Programmes lassen den Schluß zu, daß auch ein bezüglich der finanziellen Ressourcen und der Laufzeit bescheidenes Programm zu einer Verankerung des Leitbildes nachhaltige Entwicklung in die Forschungslandschaft beitragen kann. Ein, wenn auch bescheidenes aber dennoch programmatisch zentrales FuT-Programm, dem es ähnlich dem DTO-Programm gelingt, um einige ausgewählte Prototypen technischer Entwicklung relevante Akteure in ein Innovationsnetzwerk einzubinden, kann durchaus Wirkungen über den eigentlichen Programmkontext hinaus haben. Die Festlegung eines wichtigen Akteurs des Innovationssystems – in diesem Fall des BMBF – auf das Leitbild nachhaltige Entwicklung in der Technologiepolitik kann durchaus zu einer Neuorientierung auch anderer Akteure beitragen.

Angesichts der Herausforderung, die an nachhaltiger Entwicklung orientierte langfristige Innovationsprozesse für die beteiligten Akteure darstellen, und angesichts der intendierten zentralen konzeptionellen Bedeutung, die ein entsprechendes Programm für eine Orientierung der Forschungspolitik insgesamt haben soll, erscheinen Umfang und Laufzeit des DTO-Programmes aber doch unterdimensioniert. Zum einen kann in diesem Zeitraum nicht mit der konkreten Umsetzung angestoßener Entwicklungslinien gerechnet werden. Zum anderen ist aber auch kaum damit zu rechnen, daß es in einem solchen Zeitraum gelingt, Nachhaltigkeit als Leitbild von Forschung und Entwicklung dauerhaft zu verankern. Die systematische und alle relevanten Akteure einbeziehende Exploration und Entwicklung von Fragestellungen nachhaltiger Forschung und aussichtsreichen Innovationslinien wird eine Daueraufgabe nachhaltiger FuT-Politik bleiben und greift über die Reichweite eines Initialprogrammes hinaus.

Dennoch wäre auch für ein Initialprogramm eine längerfristige Perspektive wünschenswert. Vorstellbar wäre, in regelmäßigen Abständen eine Evaluierung des Programmes vorzusehen, um Chancen für eine Anpassung des Programmzuschnittes und der Aufgabenstellung entsprechend den vorliegenden Erfahrungen mit der Initiierung sich selbsttragender Innovationsprozesse und entsprechender Innovationsnetzwerke und der Ausstrahlung des Programmes auf die FuT-Politik insgesamt (z. B. durch die Übernahme von Fragestellungen und Illustrationsprozessen in andere Programme).

Bezogen auf das Ziel einer langfristigen generellen Umgestaltung der FuT-Politik wäre bei entsprechenden positiven Erfahrungen mit dem Initialprogramm eine sukzessive Ausweitung des Programmes vorstellbar. Dies könnte zum einen bedeuten, daß das Initialprogramm zunächst mit der Entwicklung von Konzepten und Visionen einer nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweise für ein ausgesuchtes Bedürfnisfeld startet, um dann bei positiver Evaluierung entsprechende Programme für andere Bedürfnisfelder aufzulegen. Welches Bedürfnisfeld als erstes Exempel ausgewählt wird, sollte von bereits vorliegenden Vorarbeiten abhängig gemacht werden.

Als Anknüpfungspunkt könnten z. B. die Arbeiten der Enquete-Kommission zu „Bauen und Wohnen“ genutzt werden. Inwieweit es praktikabel ist, sukzessive auf technologieorientierte Förderprogrammme zugunsten eines Bedürfnisfeldansatzes zu verzichten, kann sich erst im Zuge der Erfahrungen mit dem neuen Ansatz zeigen. Da aber ein auf sehr langfristige Prozesse der Technikentwicklung ausgerichtetes Programm kaum auf schnellem Weg zu marktfähigen Produkten führt, werden ergänzend auch Programme zu kurzfristig realisierbaren umweltschonenden Technologien nötig sein, ebenso wie auch Fragen der Grundlagenforschung kaum gänzlich in ein an gesellschaftlichen Problemstellungen und Bedürfnissen orientiertes Programm integrierbar erscheinen (Schade 1997).

Das Budget sollte das Programm grundsätzlich als konzeptionell wichtigen Förderschwerpunkt im Rahmen der Forschungsförderung (im Vergleich zu technologieorientierten Programmen) ausweisen, um den Stellenwert des Leitbildes im Rahmen der FuT-Politik auch gegen-

über Wissenschaft und Industrie deutlich zu signalisieren. Es müßte damit im deutschen Kontext deutlich über dem Budget des DTO-Programmes liegen.

Als sinnvoll hat sich im holländischen Programm erwiesen, die Fortführung von Illustrationsprozessen davon abhängig zu machen, ob die Industrie Bereitschaft zeigte, mit eigenen finanziellen Mitteln in die entsprechenden Projekte einzusteigen. Dieses Verfahren sollte grundsätzlich beibehalten werden. Daneben sollte die mit der Programmdurchführung beauftragte Einrichtung aber mit ausreichenden Mitteln ausgestattet sein, um interessant erscheinende Innovationsrichtungen auch dann weiterverfolgen zu können, wenn dafür keine externe Finanzierung gefunden werden konnte. Dadurch kann eine zu starke Abhängigkeit vom Engagement externer Geldgeber sowie von deren Interessenlagen vermieden werden. Insgesamt erscheint es angesichts der notwendig langfristigen und im Hinblick auf wirtschaftliche Umsetzbarkeit mit Unsicherheiten behafteten Innovationsprozesse erforderlich, auch eine großzügige und zuverlässige öffentliche Finanzierung für solche Illustrationsprozesse und Entwicklungslinien vorzusehen, die als aussichtsreich und relevant erscheinen, für die aber z. Z. kein Engagement von Unternehmen erwartbar ist. Eine entsprechend bessere finanzielle Ausstattung des Programmes würde der Idee des „Niche-Management“ besser entsprechen und auch die Einbeziehung kleinerer und mittlerer Unternehmen in unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit sinnvolle aber unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten auch risikoreiche Innovationsprozesse ermöglichen.

6. Organisation

Die drei wesentlichen organisatorischen Elemente des DTO-Programmes, das **Programmbüro**, die interministerielle **Lenkungsgruppe** und die mit externen Experten besetzte **Beratungsgruppe** erfüllten jeweils spezifische sich aus dem Zuschnitt des Programmes ergebende Aufgaben.

Die Einrichtung eines interdisziplinär zusammengesetzten eigenen **Programmbüros** mit wissenschaftlicher Kompetenz empfiehlt sich angesichts der Neuartigkeit des Programmzuschnitts:

– Bedürfnisfeldansatz statt „technology push“

– Langfristigkeit der Innovationsprozesse

– angestrebte Interdisziplinarität der Projekte

– Einbeziehung gesellschaftlicher Akteure

– Öffentlichkeitsarbeit zur Verankerung des Leitbildes im Innovationssystem und der Öffentlichkeit.

Ob für ein deutsches FuT-Programm „Innovationen für nachhaltige Entwicklung“ ein neues Programmbüro einzurichten wäre, ist fraglich. Nach der bewährten Praxis der Projektträgerschaft könnte eine bestehende Wissenschaftseinrichtung mit der Abwicklung des Programmes beauftragt werden. Hier wäre aber zum einen eine weitgehende Selbständigkeit der Institution in der Auftragsvergabe sowie auf eine ausreichende personelle Ausstattung des Programmbüros zu achten. Es könnte sich als nützlich erweisen, wenn das Programmbüro selbst weitgehend personell in der Lage wäre, die einzelnen Illustrationsprozesse oder Projekte im Sinne einer Stärkung interdisziplinärer Kooperation und der Kooperation gesellschaftlicher Gruppen zu moderieren. Für die Trägerschaft des Programmbüros kämen somit kaum disziplinär ausgerichtet Institutionen in Frage, sondern solche mit Erfahrung in der Durchführung interdisziplinärer Projekte, mit Erfahrungen in Methoden der TA und Systemanalyse, Methoden technischer Vorausschau (z. B. Delphi Verfahren) und auch partizipativer Verfahren der Technikbewertung und Technikgestaltung. Auch bei der Auftragsvergabe für die einzelnen Teilprojekte und Illustrationsprozesse wären Einrichtungen mit entsprechenden Kompetenzen nicht nur begleitend, sondern mit zentraler Funktion bei der Projektdefinition und -abwicklung zu berücksichtigen.

Aus der Sicht der Mitarbeiter des DTO-Programm war für die erfolgreiche Initiierung von Akteursnetzwerken die Auswahl der entsprechenden Akteure entscheidend. Hierbei sei nicht allein die fachliche Kompetenz des Projektleiters wichtig, sondern vor allem auch dessen Einbindung in bereits bestehende Netzwerke, d. h. das Ansehen bei und damit der Zugang zu den für die jeweiligen Projekte entscheidenden Schlüsselakteure aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft. Dort wo es gelungen sei, die Schlüsselakteure für die Mitarbeit an den Illustrationsprozessen zu gewinnen, sei dies meist wesentlich auf die guten persönlichen Kontakte der Projektleiter zurückzuführen, die in ihrer beruflichen Laufbahn zwischen Ministerien, Wirtschaftsunternehmen und Hochschule gewechselt haben (ISOE 1997).

Außerdem haben die holländischen Erfahrungen gezeigt, daß ausreichende Zeiträume für die Herstellung von Kontakten zu wichtigen Akteuren wichtig für eine erfolgreiche Exploration von geeigneten Untersuchungslinien sind. Bevor diese Explorationen angegangen werden, müßten Kontakte vor allem zu den für Innovationen besonders interessanten Schlüsselakteuren aufgenommen werden. Ein ausreichender Zeitraum werde nicht nur gebraucht, damit sich bei der Projektgruppe die erforderlichen Informationen ansammelten, sondern auch und vor allem, damit eine Bereitschaft zur Teilnahme bei möglichst vielen Schlüsselakteuren wachsen kann. Bereits vor Beginn des Back-casting-Prozesses sollten die relevanten Akteure beteiligt sein. Auch dieser erhebliche organisatorische Aufwand im Vorlauf zur eigentlichen Programmabwicklung legt die Einrichtung eines eigenen großzügig ausgestatteten Programmbüros nahe (ISOE 1997).

Schon weil ein Programm ähnlichen Zuschnitts wie das DTO-Programm sehr stark den Charakter eines innovationspolitischen Experiments besitzt, ist es von entscheidender Bedeutung, bereits im Vorfeld politische Unterstützung und gesellschaftliche Akzeptanz für ein solches Vorhaben zu sichern. Die Einrichtung eines **Programmbeirates,** der die relevanten Akteursgruppen repräsentiert – so die Erfahrungen aus dem DTO-Programm – ist eine der wesentlichen Voraussetzungen dafür gewesen, daß sich Schlüsselakteure aus der Industrie verbindlich zum Programm verhielten (ISOE 1997).

Im deutschen Kontext könnte sich die Besetzung des Beirates als noch wichtiger für den Erfolg des Programmes erweisen als in den Niederlanden. Zum einen weil die Kooperationsbeziehungen in der deutschen FuT-Landschaft weniger überschaubar und differenzierter sind als in den Niederlanden. Vor allem aber da sich ein deutsches „nachhaltiges FuT-Programm“ in seinen Ausgangsüberlegungen nicht auf den verbindlichen Rahmen eines nationalen Umweltplanes beziehen könnte. Es wäre hier also auch Aufgabe des Beirats für eine gesellschaftliche Verankerung und Akzeptanz der für einzelne Bedürfnisfelder zu entwickelnden Operationalisierung des Leitbildes nachhaltige Entwicklung und der entsprechenden, die Explorations- und Illustrationsprozesse anleitenden Problembeschreibungen und qualitativen Zielvorgaben zu sorgen.

Aufgabe des Beirates sollte es auch sein, die Entwicklung der für die einzelnen Bedürfnisfelder zu erarbeitenden Nachhaltigkeitskonzepte oder Visionen und die daran anschließenden Explorationen geeigneter und praktikabler Innovationslinien zu begleiten. Diese Aufgabe des Programmes ist nur als diskursiver Prozeß unter Beteiligung der für die Bedürfnisfelder relevanten Akteure zu bewältigen. Der Beirat hätte hierbei für die entsprechende Besetzung von Arbeitsgruppen oder „arbeitender Beiräte“ zu sorgen.

Der interministerielle, ressortübergreifende Zuschnitt des Programmes macht die Einrichtung einer **„Lenkungsgruppe“** aus den beteiligten Ministerien nötig. Welche Ministerien hierbei kooperieren müssen, ist im wesentlichen eine Frage der ausgewählten Bedürfnisfelder. In jedem Fall erscheint aber eine Beteiligung von Umweltministerium, Forschungsministerium und Wirtschaftsministerium sinnvoll. Diese drei Ressorts sind im Hinblick auf die nötige Definition von Umweltzielen, der Förderung von Forschung und Entwicklung und die Setzung wirtschafts- und ordnungspolitischen Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Entwicklung und eine nachhaltige Innovationspolitik entscheidend. Diskussionen und Bemühungen um die Integration des Leitbildes in die politischen Aufgaben sind in allen drei Ressorts zu verzeichnen. Für das BMBF sei hier noch einmal auf das (mit dem BMU abgestimmte) Umweltforschungsprogramm (BMBF 1997), für das BMU auf den hier initiierten Diskussionsprozeß „Schritte zu einer nachhaltigen Entwicklung“ (BMU 1996 u. 1997) sowie den Entwurf zu einem umweltpolitischen Schwerpunktprogramm (BMU 1998) und für das BMWi auf die hier unternommen Schritte zur Klärung konzeptioneller „ordnungspolitischer Fragen einer Politik der Nachhaltigkeit“ (Gerken 1996) verwiesen.

Im DTO-Programm lagen die Entscheidungen über Fortführung oder Abbruch einzelner Illustrationsprozesse in der Kompetenz der interministeriellen Lenkungsgruppe. Allerdings spielten die Empfehlungen des Beirates dabei eine wesentliche Rolle. Im Sinne des Zieles, einen soweit möglich selbsttragenden Prozeß der Integration des Leitbildes in die Strategien der Akteure des Innovationssystems zu initiieren, und wegen der nötigen Akzeptanz von Bedürfnisfeldszenarien und ausgewählten Innovationslinien sollte soweit wie möglich eine Selbststeuerung des Programmes in der Zusammenarbeit von Programmbüro und Beirat angestrebt werden.

Die Aufgabe der Lenkungsgruppe bestünde, neben der Entwicklung eines konzeptionellen Rahmens und der entsprechenden organisatorischen Verankerung (Auswahl des Programmbüros, Besetzung des Beirates) des Programmes, vor allem in der (durch eine entsprechende Begleitforschung unterstützte) Evaluierung des Programmes. Der wesentliche Gesichtspunkt sollte dabei sein, welche Schlüsse sich aus dem Pilotprogramm hinsichtlich der Möglichkeiten und Grenzen einer am Leitbild der Nachhaltigkeit orientierten, ressortübergreifenden, bedürfnisfeldorientierten Innovationspolitik ergeben. Die Lenkungsgruppe sollte den Auftrag erhalten, hierzu laufend Bericht zu erstatten, um gegebenenfalls den Prozeß der Übertragung des Ansatzes oder einzelner seiner Elemente in die FuT-Politik insgesamt voranzubringen und um den politischen und gesellschaftlichen Diskussionsprozeß um den Beitrag von FuT- bzw. Innovationspolitik zu einer nachhaltigen gesellschaftlichen Entwicklung anzuregen.

VII. Zur Fortführung des TA-Projektes

Der mit dem vorliegenden Bericht abgeschlossene erste Teil des TA-Projektes „Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung“ bestätigt die Vermutung, daß die von TAB (1997) vorgelegten Kriterien einer am Leitbild nachhaltige Entwicklung orientierten FuT-Politik bislang vor allem im niederländischen DTO-Programm Berücksichtigung fanden. Dieses Programm stellt den bisher einzigen praktischen Versuch einer Umsetzung der sich aus dem Leitbild ergebenden neuen konzeptionellen und methodischen Anforderungen an die Forschungspolitik dar. Zwar spielt Nachhaltigkeit als Zielvorgabe auch in FuE-Programmen anderer Industrieländer eine Rolle, zu einer Neuorientierung hinsichtlich etwa der Verfahren zur Generierung von Forschungsfragen und aussichtsreichen Entwicklungsprojekten und der Instrumente der Forschungsförderung hat dies bisher nicht geführt. Allenfalls sind kleinere Einzelprogramme zur Erforschung spezieller mit Nachhaltigkeit verbundener Fragen aufgelegt worden – wie z. B. zu nachhaltigen Konsum- und Lebensstilen.

Das DTO-Programmes zeigt einen erfolgversprechenden, aber hinsichtlich seiner Gangbarkeit und langfristigen Resultate letztlich noch nicht beurteilbaren Ansatz der Übersetzung von nachhaltiger Entwicklung als Leitbild der gesellschaftlichen Entwicklung in konkrete Forschungs- und Entwicklungsprojekte, die trotz der notwendigen langfristigen und unsicheren Entwicklungsperspektive anschlußfähig an Strategien und Interessen der Akteure des Innovationssystems sind. Ein Aufgreifen des niederländischen Ansatzes, mit den im Hinblick auf die genannten Defizite und die deutsche Situation nötigen Modifikationen, erscheint auch für die deutsche FuT-Politik geeignet, um die Möglichkeiten der Implementation des Leitbildes als neues Paradigma von Forschung und Entwicklung zu überprüfen. Auch in der deutschen Diskussion wird die Initiierung von Suchprozessen nach Inhalten und Aufgaben einer nachhaltigen Forschung und Technikentwicklung gefordert (Enquete-Kommission ,,Schutz des Menschen und der Umwelt“, SRU, UBA, Wissenschaftsrat). Eine Weiterentwicklung von Konzepten und Instrumenten einer nachhaltigen Forschungspolitik und ein Test der Praktikabilität, d.h. der Grenzen und Möglichkeiten, Forschung- und Entwicklung an Kriterien wie Interdisziplinarität, Akteursbezug u.a. auszurichten, läßt sich letztlich nur von praktischen Versuchen der Implementation des Leitbildes in FuT-Programme erwarten. Nachhaltige FuT-Politik ist im wesentlichen noch ein Experimentierfeld. Die vorliegenden notwendigerweise noch recht abstrakten konzeptionellen Überlegungen (z.B. auch der Enquete-Kommission) bedürfen zu ihrer Konkretisierung erweiterter praktischer Erfahrungen.

Es ist daher fraglich, ob die bislang für die zweite Phase des TAB-Projektes vorgesehene modellhafte Entwicklung von Inhalten einer nachhaltigen Forschung und Entwicklung für ein ausgewähltes Bedürfnisfeld sinnvoll ist. Zum einen läßt die geplante Vergabe mehrerer Gutachten an für das Bedürfnisfeld relevante wissenschaftliche Einrichtungen, Unternehmen und Interessengruppen, die aus unterschiedlicher Perspektive Vorschläge zu Instrumenten, Verfahren und Strukturen sowie zu Themenschwerpunkten für eine innovationsorientierte „nachhaltige“ FuT-Politik im ausgewählten Bedürfnisfeld vorlegen sollen, angesichts der vorliegenden Erfahrungen und des Standes der konzeptionellen Diskussion kaum neue Einsichten erwarten. Zum anderen wird sich die entscheidende Frage, ob und wie sich programmatische Anforderungen (wie z.B. die interdisziplinäre Ausrichtung von Projekten oder Verfahren wie das Back-casting) an die Routinen und Interessen von Akteuren des Innovationssystems anschließen lassen, kaum am „grünen Tisch“ klären lassen. Hier wäre die Auflegung eines entsprechenden Förderprogramms, das sich als Exploration der Möglichkeiten nachhaltiger FuT-Politik versteht, der gangbare Weg. Auch die Vorbereitung und konzeptionelle Entwicklung eines solchen Programmes für ein ausgewähltes Bedürfnisfeld, die als diskursives Verfahren unter Beteiligung der relevanten Akteure des Bedürfnisfeldes anzulegen wäre, erscheint nur als Initiative der für die tatsächliche Durchführung des Programmes zuständigen Ressorts aussichtsreich.

Die weitere Entwicklung der wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Diskussion um die Operationalisierung des Leitbildes nachhaltige Entwicklung wie auch der Prozeß der Umsetzung des Leitbildes in politische Maßnahmen läßt erwarten, daß sich mit zunehmender Konkretion des Leitbildes und neuen gesellschaftlichen Initiativen zur seiner Implementation, auch Aufgaben für Forschung und Technikentwicklung sowie für die FuT-Politik konkretisieren werden. Die Aufgabe des TAB könnte darin bestehen, im Rahmen eines Monitoring die Diskussion um nachhaltige Entwicklung zu begleiten, um die forschungs- und technologiepolitischen Implikationen, Herausforderungen und Anknüpfungspunkte, die sich aus dieser Diskussion heraus ergeben, herauszuarbeiten. So könnte etwa nach Abschluß der Arbeiten der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ zum Bedürfnisfeld „Bauen und Wohnen“ der Beitrag des TAB zur Fortführung der Diskussion darin liegen, in Zusammenarbeit mit Experten die sich aus den Arbeiten der Kommission ergebenden Aufgaben für die FuT-Politik zu konkretisieren.

Literatur

1. Vom Deutschen Bundestag in Auftrag gegebene Gutachten

KATZ, CH. (1997): Orientierung am Leitbild „Sustainable development“ – gesellschafts-, forschungs- und umweltpolitische Aktivitäten seit der Rio-Konferenz von 1992. Bonn

PETSCHOW, U. (1997): Kommentar zu Wehling/ Schramm 1997. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin

SCHADE, D. (1997): Kommentar zu Wehling/Schramm 1997. Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Stuttgart

SCHELLEMANN, F. (1997): Research and Technology Policy for a Sustainable development – Survey of the Dutch R&D Policy. Institute for Applied Environmental Economics, The Hague

SPANGENBERG, J. (1997): Kommentar zu Wehling/Schramm 1997. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie, Wuppertal

WEHLING, P., SCHRAMM, E. (1997): Forschungspolitik für eine nachhaltige Entwicklung: Das niederländische DTO-Programm und seine Bedeutung für die Bundesrepublik Deutschland. Institut für Sozialökologische Forschung (ISOE), Frankfurt a.M.

WEINGART, P., KRÜCKEN, E., ENGELS, A. (1997): Kommentar zu Wehling/ Schramm 1997. Institut für Wissenschafts- und Technikforschung, Universität Bielefeld

2. Weitere Literatur

ACADEMY OF FINLAND (1993): Sustainable development Research Programme 1991-1995. Helsinki

ACADEMY OF FINLAND (1995): Annual Report 1995. Helsinki

ACADEMY OF FINLAND (1996): Research Programme for Biodiversity 1997-2002. Helsinki

AHRWEILER, G., DÖGE, P., RILLING, R. (Hg.) (1994): Memorandum Forschungs- und Technologiepolitik 1994/95. Marburg

ARTHUR D. LITTLE (1993): Definition Study Novel Protein Foods. Final report, Delft (unveröffentlicht)

ATMATZIDIS, E., BEHRENDT, S., HELM, C., KNOLL, M., KREIBICH, R., NOLTE, R. (1996): Nachhaltige Entwicklung – Leitbild für die Zukunft von Wirtschaft und Gesellschaft. Weinheim, Basel

BASF (1996): Verantwortliches Handeln – Umweltbericht 1996 der BASF-Gruppe. Ludwigshafen

BDI (Bundesverband der deutschen Industrie e.V.) (1997a): Positionen zu sustainable development – Wege zum Wandel: Eine Initiative der Deutschen Industrie. Nr. 1, Köln

BDI (Bundesverband der deutschen Industrie e.V.) (1997b): Positionen zu sustainable development – Wege zum Wandel: Eine Initiative der Deutschen Industrie. Nr. 2, Köln

BECHMANN, G., FREDERICHS, G. (1996): Problemorientierte Forschung – Zwischen Politik und Wissenschaft. In: Bechmann, G. (Hg.): Praxisfelder der Technikfolgenforschung. Frankfurt a.M., S. 11–40

BECHMANN, G., FREDERICHS, G. (1998): Umweltforschung zwischen Erkenntnis und Organisation. In: Daschkeit, A., Schröder, W. (Hg.) (1998): Umweltforschung quergedacht – Perspektiven integrativer Umweltforschung und -lehre. Berlin u.a.O., S. 9–29

VAN DEN BERG, N. et al. (1995): Milieu-analyse Novel Protein Foods – Illustratieproces Novel Protein Foods. DTO werkdocument VN 4, Delft

BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (1997): Forschung für die Umwelt. Bonn

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (1996): Schritte zu einer nachhaltigen, umweltgerechten Entwicklung: Umweltziele und Handlungsschwerpunkte in Deutschland. Bonn

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (1997): Schritte zu einer nachhaltigen, umweltgerechten Entwicklung – Berichte der Arbeitskreise anläßlich der Zwischenbilanzveranstaltung am 13. Juni 1997. Bonn

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (1998): Entwurf eines umweltpolitischen Schwerpunktprogrammes. Bonn

BMWF (Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung) (1993): Schwerpunktbericht 1993: Umweltforschung. Wien

BMWV (Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr) (1997): Forschungsbericht 1997. Wien

BRAND, K.W. (Hg.) (1997): Nachhaltige Entwicklung – Eine Herausforderung an die Soziologie. Opladen

BUNDESSTELLE FÜR AUßENHANDELSINFORMATIONEN (1994a): Finnland – Forschung und Technologie 1993. Köln

BUNDESSTELLE FÜR AUßENHANDELSINFORMATIONEN (1994b): Schweden – Forschung und Technologie 1993. Köln

COENEN, R., KLEIN-VIELHAUER, S., KOPFMÜLLER, J. (1996a): Auf lange Sicht zu unflexibel? Ein Kommentar zur Studie „Zukunftsfähiges Deutschland“

des Wuppertal-Instituts für Klima, Umwelt, Energie. In: Zukünfte Nr. 16, S. 63–65

COENEN, R., KLEIN-VIELHAUER, S., MEYER, R. (1996b): Integrierte Umwelttechnik – Chancen erkennen und nutzen. Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Bd.1, Berlin

CORDIS (1998a): Focus Nr. 102. Luxemburg

CORDIS (1998b): Focus Nr. 104. Luxemburg

CORDIS (Community Research and Development Information Service) (1997a): Focus Nr. 85. Luxemburg

CORDIS (Community Research and Development Information Service) (1997b): Focus Nr. 90. Luxemburg

CORDIS (Community Research and Development Information Service) (1997c): Towards a new framework programme – the Norwegian point of view. http://www.sn.no/eufou/5rp.htm

CORDIS (Community Research and Development Information Service) (1997d): Finland's Opinion on the Preparation of the European Union's Fifth Framework Programme for Research and Development (1998-2002), Part 1-3. http://www.cordis.lu/fifth/scr/ms-fi-1.htm

CORDIS (Community Research and Development Information Service) (1997e): Swedish views on the Fifth Framework Programme. http://www.cordis.lu/fifth/scr/ms-se-1.htm#views

DE HAAN, A., QUIST, J.N., LINSEN, B.G. (o.J.): Novel Protein Foods: Products with a Future. DTO, Delft

DE KUIJER, O. (1996): Illustratieproces Duursam Landgebruik – Projectvorstel fase B en C Duurzame Landgebruik rond Winterswijk. DTO-werkdocument VD-PM 11.021/II, Delft

DE MEERE, F., BERTING, J. (1996): Maatschappelijke verandering en technologische ontwikkeling – Een culturelle analyse van het DTO-programma. DTO-werkdocument CST 6, Delft

DIERKES, M. (1993): Ist Technikentwicklung steuerbar? In: Dierkes, M. (Hg.): Die Technisierung und ihre Folgen – Zur Biographie eines Forschungsfeldes. Berlin, S. 277–297

DÖGE, P. (1997): Nachhaltige Forschungs- und Technologieförderung als Ent-staatlichung von Politik. In: Wechselwirkung 12/97, S. 20–25

DREBORG, G., WAHLSTRÖM, M. (1996): International Comparison of Research and Technology Policies with Regard to the Paradigm of Sustainable development – Sweden. NUTEK, Stockholm (Manuskript)

EBLINGHAUS, H., STICKLER, A. (1996): Nachhaltigkeit und Macht – Zur Kritik von Sustainable development. Frankfurt

ENQUETE-KOMMISSION („Schutz des Menschen und der Umwelt“) (1994): Die Industriegesellschaft gestalten – Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Bonn

ENQUETE-KOMMISSION („Schutz des Menschen und der Umwelt“) (1997): Konzept Nachhaltigkeit – Fundament für die Gesellschaft von morgen (Zwischenbericht). Bonn

EUROPÄISCHE KOMMISSION (1992): „Towards Sustainability“ – A European Community Programme of Policy and Action in Relation to the Environment and Sustainable development. KOM (92) 23, Brüssel

EUROPÄISCHE KOMMISSION (1997a): Beschluß des Europäischen Parlaments und des Rates über das Fünfte Rahmenprogramm der Europäischen Gemeinschaft im Bereich der Forschung, Technologischen Entwicklung und Demonstration – Beschluß des Rates über das Fünfte Rahmenprogramm der Europäischen Atomgemeinschaft (EURATOM) für Maßnahmen im Bereich der Forschung und Ausbildung (1998–2002). KOM (97) 142, Brüssel

EUROPÄISCHE KOMMISSION (1997b): Die Ausrichtung der europäischen Umweltpolitik für das 21. Jahrhundert. Zusammenfassung des Umsetzungsberichts und des Aktionsplans der Europäischen Kommission zum Fünften Programm der Europäischen Gemeinschaft für eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung. Luxemburg

FINNISH GOVERNMENT (Finnish Government, Association of Finnish Local Authorities, Confederation of Finnish Industry and Employers, Federation of Finnish Commerce and Trade, Central Union of Agriculture Producers and Forest Owners, Nongovernmental Organisations) (1997): Finnish Strategies and Programmes for Sustainable development. Helsinki

FNCSD (Finnish National Commission on Sustainable Development) (1995): Finnish Action for Sustainable development. Helsinki

FONK, G. (1994): Een constructieve rol van de consument in technologie-ontwikkeling. Constructief Technologisch Aspektenonderzoek vanuit consumentenoptiek. Proefschrift, Serie: Onderzoeksrapporten nr. 166, Instituut voor consumentenonderzoek SWOKA, Den Haag

FORUM UMWELT & ENTWICKLUNG (1997): Fünf Jahre nach dem Erdgipfel Umwelt und Entwicklung – Eine Bilanz. Bonn

GLATZ, H. (1992): Die Industrie- und Technologiepolitik kleiner europäischer Länder im Vergleich. In: Wirtschaft und Gesellschaft 18/1, S. 47

GOLDMANN, W. (1990): Zwanzig Jahre Forschungspolitik in Österreich. In: Österreichische Zeitschrift für Politikwissenschaft 90/3, S. 267–279

HACK, L. (1995): TA als theoriegeleitete Interventionsstrategie. Der Ansatz des „Constructive Technology Assessment/CTA“ in der sozialwissenschaftlichen Technikdebatte. Forschungszentrum Karlsruhe Technik und Umwelt, Wissenschaftliche Berichte FZKA 5641, Karlsruhe

HAUFF, V. (Hg.) (1987): Unsere gemeinsame Zukunft – Abschlußbericht der Weltkommission Umwelt und Entwicklung. Greven

HOED, R. van den (1996): Toekomstscenario voor het duurzaam wassen van kleding. Een voorbeeld van een buurt- en wasservice in het jaar 2001. DTO, Delft

HOED, R. van den, PH. VERGRAGT (1996): Verslag workshop „Naar duurzaam wassen van kleding“ – Technologie, diensten en cultuur in de toekomst. DTO, Delft

HUBER, J. (1995): Nachhaltige Entwicklung – Strategien für eine ökologische und soziale Erdpolitik. Berlin

ICC (Internationale Handelskammer) (o.J.): Charta für eine langfristig tragfähige Entwicklung – Grundsätze des Umweltmanagements. ICC-Publikationsnummer 210/356 A

IHK (Industrie- und Handelskammer) (1997): Nachhaltige Entwicklung. IHK Umweltserie

IOP/DTO (o.J): Wat eten we in de volgende eeuw – Ontwikkelen van technologie om de wereld duurzaam te voeden. Delft

ISA (Invest in Sweden) (1996): Invest in Sweden. Bericht 1996 der Invest in Sweden Agency, Stockholm

ISOE (Institut für Sozialökologische Forschung) (1996): Forschungspolitik für eine nachhaltige Entwicklung. Monitoring-Studie im Auftrag des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB), Frankfurt a.M.

JAHN, T., WEHLING, P. (1995): Sozialökologische Zukunftsforschung – Skizze für eine neue Perspektive der Umweltforschung. In: Politische Ökologie, Sonderheft 7, S. 30–33

JÄNICKE, M. (1990): Erfolgsbedingungen von Umweltpolitik im internationalen Vergleich. In: Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht 13/1990, S. 213–232

JÄNICKE, M. (1997): Werkzeug für Nachhaltigkeit – Der Nationale Umweltplan zur Umsetzung der Agenda 21. In: Politische Ökologie 52, S. 30–33

JÄNICKE, M., WEIDNER, H. (Hg.) (1997): National Environmental Policies – A Comparative Study of Capacity-Building. Berlin u.a.O.

JANSEN, J.L.A. (1996): Towards Future Technology. Presented at the IATAFI Symposium „Technology Assessment and Science; Policy tools for implementing sustainable development“, Brussels 8–10th October 1996

JANSEN, J.L.A., VERGRAGT, PH. (1992): Sustainable development: A Challenge to Technology. Proposal for the Interdepartmental Research Programme „Sustainable technological development“ (unveröffentlicht), Delft

JANSSEN, A.G.W. (1997): Novel Protein Foods initiatief vindt „follow-up“ bij instituten en bedrijven. Voedensmiddeltechnologie 6/1997, S. 23–26

KOPFMÜLLER, J. (1994): Das Leitbild einer global zukunftsfähigen Entwicklung („Sustainable development“) – Hintergründe und Perspektiven im Spannungsfeld zwischen Wissenschaft, Politik und Gesellschaft. Arbeitsbericht 10/1994, Kernforschungszentrum Karlsruhe, Informationsstelle Umweltforschung, Karlsruhe

KOPFMÜLLER, J. (1997): HGF-Verbundprojekt „Global zukunftsfähige Entwicklung: Perspektiven für Deutschland“. TA-Datenbanknachrichten Nr. 2, S. 89–91

KOWOL U., KROHN, W. (1995): Innovationsnetzwerke – Ein Modell der Technikgenese. In: Jahrbuch Technik und Gesellschaft 8, S. 77–105

KUNTZE, S., PFISTER, M. (1996): Internationaler Vergleich der Forschungs- und Technologiepolitik im Hinblick auf das Leitbild einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung. Monitoring-Bericht im Auftrag des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB), Karlsruhe

LUNDQVIST, L.J. (1997): Sweden. In: Jännikke/Weidner 1997, S. 45–71

MARKLUND, G. (1996): The R&D System in Sweden – Swedish Industry and Industrial Policy. NUTEK, Stockholm

MARZ, L., DIERKES, M. (1992): Leitbildprägung und Leitbildgestaltung – Zum Beitrag der Technikgeneseforschung für eine prospektive Technikfolgen-Regulierung, In: Bechmann, G., Petermann, Th. (Hg.): Interdisziplinäre Technikforschung – Genese, Folgen, Diskurs. Frankfurt a.M., New York, S. 35–72

MISTRA (Swedish Foundation for Strategic Environmental Research) (1996): Annual Report. Stockholm

NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND (NABU) (Hg.) (1994): Entwicklungsland Deutschland? Denkanstöße für eine zukunftsfähige Gesellschaft. Bonn

NEPP (1989): National Environmental Policy Plan – To choose or to lose. ‘s Gravenhaage: Tweede kamer, session 1988–89, 21137

OECD (1995): Wissenschafts- und Technologiepolitik – Bilanz und Ausblick 1994. Paris

OECD (1996): Science, Technology and Industry Outlook 1996. Paris

PROGRAMMABUREAU IOP/DTO (Interdepartemental Onderzoekprogramma Duurzame Technologische Ontwikkeling) (1995): Op weg naar en duurzame voeding in 2040 – Programma voeden. Delft

PROGRAMMABUREAU IOP/DTO (Interdepartemental Onderzoekprogramma Duurzame Technologische Ontwikkeling) (1996): Verplaatsen in 2040: Sleutels naar en duurzame Ontwikkeling. Delft

QUIST, J., et al. (1996): Ontwikkelingstraject Novel Protein Foods 1995–2035. DTO-werkdocument VN 22, Delft

RAMMERT, W. (1994): Vom Nutzen der Technikgeneseforschung für die Technikfolgenabschätzung. In: Bechmann, G., Petermann, Th. (Hg.): Interdisziplinäre Technikforschung. Genese, Folgen, Diskurs, Frankfurt a.M., New York, S. 15–34

RATHENAU INSTITUUT (1996): Van afvalzorg naar milieu-innovatie. Bericht an het parlement, Den Haag

SACHS, W. (1995): Nachhaltige Entwicklung: Zur politischen Anatomie eines Schlagwortes. DGB Bildungswerk Materialien H. 32, Düsseldorf

SCHMIDT, M. (1993): Theorien in der international vergleichenden Staatstätigkeitsforschung. In: Héritier, A. (Hg.): Policy-Analyse. PVS-Sonderheft 24, S. 371–393

SCHOT, J. (1996): De inzet van constructief technology assessment. In: Kennis en Methode 1996/3, S. 265–293

SCHOT, J., RIP, A. (1997): The Past and Future of Constructive Technology Assessment. In: Technological Forecasting and Social Change, Special Issue on Technology Assessment

SCHOT, J., SLOB, A., HOOGMA, R. (1996): De invoering van duurzame technologie: Strategisch Niche Management als beleidsinstrument – Deelprogramma Cultuur, Structuur en Technologie. DTO werkdocument CST3, Delft

SCHRAMM, E., et al. (1996): Stoffflüsse ausgewählter chemischer Stoffe: Beispiele für ein Produktliniencontrolling. UBA Texte 80/96, Berlin

SEMRAU, F.W. (1995): Zur regionalen bzw. lokalen Nachhaltigkeits-Diskussion in der Bundesrepublik Deutschland (unveröffentliches Manuskript). Münchner Projektgruppe für Sozialforschung, München

SRU (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen) (Hg.) (1994): Umweltgutachten 1994 – Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung. Stuttgart

SRU (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen) (Hg.) (1996): Umweltgutachten 1996 – Konzepte einer dauerhaft-umweltgerechten Nutzung ländlicher Räume. Stuttgart

SRU (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen) (Hg.) (1998): Umweltgutachten 1998. Wiesbaden

STPC (Science and Technology Policy Council Finland) (1996): Finland: Knowledge-Based Society. Helsinki

TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag) (1997): Monitoring „Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung“ – Sachstandsbericht (Autoren: Katz, Ch., Hennen, L., Krings, B.-J.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 50, Bonn

TECHNOLOGIEPOLITISCHES KONZEPT (1996): Expertenentwurf im Auftrag der Bundesministerien für Wissenschaft, Verkehr und Kunst sowie für wirtschaftliche Angelegenheiten. Joanneum Research Gruppe, Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf

UBA (Umweltbundesamt) (1997): Nachhaltiges Deutschland – Wege zu einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung. Berlin

VAN DER WURFF (1992): Sustainable development – A Cultural Approach – A report for the FAST Programme of the Commission of the European Communities. Theme C: Global Perspektive 2010 – Task for Science and Technology Vol. 21

VERGRAGT, PH.J. (1997): The Back-casting Approach – Sustainable washing as an example. In: Roome, N. (ed.): Sustainable Strategies for Industry.

VERGRAGT, PH.J., JANSEN, J.L.A. (1993): Sustainable Technology Development: The making of a Dutch long-term oriented technology programme. Project Appraisal 8(3), S. 134–140

WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (1996): Welt im Wandel: Herausforderungen für die deutsche Wissenschaft – Jahresgutachten 1996. Bremerhaven

WEHLING, P. (1997): Sustainable development – eine Provokation für die Soziologie? In: Brand 1997, S. 35–50

WEILAND, U. (1997): Umweltforschung und -planung für eine nachhaltige Entwicklung. In: Wechselwirkung 12/1997, S. 12–19

WEINGART, P. (1997): Interdisziplinarität – der paradoxe Diskurs. In: Ethik und Sozialwissenschaften, Heft 4, S. 521–529

WETERINGS, R.A.P.M., GROENEWEGEN, P., SCHOT, J. (1992): De ontwikkeling van duurzame Technologie: Een trajectverkenning. (Unveröffentlichte) Studie zur Vorbereitung des interministeriellen Untersuchungsprogramms Duurzame Technologische Ontwikkeling, Apeldoorn

WETERINGS, R.A.P.M., OPSCHOOR, J.B. (1992): The Ecocapacity as a Challenge to Technological Development. Rijswijk=Publicatie Raad voor het Milieu- en Natuuronderzoek (RMNO) 74a

WISSENSCHAFTSRAT (1994): Stellungnahme zur Umweltforschung in Deutschland. Bd. 1, Köln

WUPPERTAL INSTITUT (für Klima, Umwelt, Energie) (1996): Zukunftsfähiges Deutschland – Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung. Basel u.a.O.



Druck: Bonner Universitäts-Buchdruckerei, 53113 Bonn
Vertrieb: Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 13 20, 53003 Bonn, Telefon: 02 28/3 82 08 40, Telefax: 02 28/3 82 08 44
ISSN 0722-8333